

10/552467

DOCKET NO.: 278694US6PCT

JC09 Rec'd PCT/PTO 17 OCT 2005

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Tetsujiro KONDO, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP05/02503

INTERNATIONAL FILING DATE: February 10, 2005

FOR: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**  
**AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<b><u>COUNTRY</u></b>	<b><u>APPLICATION NO</u></b>	<b><u>DAY/MONTH/YEAR</u></b>
Japan	2004-037247	13 February 2004

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP05/02503. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

*Surinder Sachar*

\_\_\_\_\_  
Gregory J. Maier  
Attorney of Record  
Registration No. 25,599  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 08/03)

10.2.2005

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 3 11 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2004年 2月 13日出願番号  
Application Number: 特願 2004-037247

[ST. 10/C]: [JP 2004-037247]

出願人  
Applicant(s): ソニー株式会社PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年11月16日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川

洋

【書類名】 特許願  
【整理番号】 0390615503  
【提出日】 平成16年 2月13日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G06T 7/20  
G06T 3/00  
H04N 7/01

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
【氏名】 近藤 哲二郎

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
【氏名】 金丸 昌憲

【特許出願人】  
【識別番号】 000002185  
【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100090376  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 山口 邦夫  
【電話番号】 03-3291-6251

【選任した代理人】  
【識別番号】 100095496  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 佐々木 榮二  
【電話番号】 03-3291-6251

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 007548  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9709004

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項1】**

時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の動きオブジェクトについて動きベクトルを検出する動きベクトル検出手段と、

前記動きベクトル検出手段で検出された動きベクトルを用いて、前記画像内の動きオブジェクトに生じた動きボケを軽減させて動きボケ軽減オブジェクト画像を生成する動きボケ軽減オブジェクト画像生成手段と、

前記動きベクトル検出手段で検出された動きベクトルに対応する時空間位置に、前記動きボケ軽減オブジェクト画像生成手段で生成された動きボケ軽減オブジェクト画像を合成して動きボケ軽減画像として出力する出力手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

**【請求項2】**

前記動きベクトル検出手段は、時間的に連続する少なくとも第1の画像と第2の画像のうち、一方の画像内の動きオブジェクトの位置に対応する注目画素を設定して、該注目画素に対する動きベクトルを前記第1の画像と第2の画像を用いて検出し、

前記出力手段は、検出された動きベクトルに対応する前記一方の画像内の注目画素の位置あるいは他方の画像内の前記注目画素に対応する位置に、前記動きボケ軽減オブジェクト画像を合成する

ことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

**【請求項3】**

前記動きボケ軽減オブジェクト画像生成手段は、

前記画像内の処理領域では、前記動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値が前記動きベクトルに対応して移動しながら時間方向に積分された値であるとしてモデル化し、前記処理領域の画素の画素値に基づき、前記処理領域に含まれる前記動きオブジェクトの動きボケを軽減させた動きボケ軽減オブジェクト画像を生成することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

**【請求項4】**

前記動きボケ軽減オブジェクト画像生成手段は、

前記処理領域について、動きオブジェクトである前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分のみからなる前景領域と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分のみからなる背景領域と、前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分とが混合される混合領域とを特定する領域特定手段と、

前記混合領域における前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分との混合比を検出する混合比検出手段と、

前記混合比に基づいて、前記画像の少なくとも一部の領域を前記前景オブジェクトと前記背景オブジェクトとに分離する分離手段と、

前記動きベクトルに基づき、前記分離手段により分離された前記前景オブジェクトの動きボケを軽減させる動きボケ調整手段とを備える

ことを特徴とする請求項3記載の画像処理装置。

**【請求項5】**

前記動きベクトル検出手段は、前記画像内の画素毎に動きベクトルを検出し、

前記動きボケ軽減オブジェクト画像生成手段は、前記画像内の注目画素の動きベクトルに応じて該注目画素を含むように前記処理領域を設定し、前記注目画素の動きベクトルに基づき、該注目画素の動きボケが軽減された画素値を画素単位で出力することを特徴とする請求項3記載の画像処理装置。

**【請求項6】**

前記動きボケ軽減画像の拡大画像を生成する空間解像度創造手段を設けたことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

**【請求項7】**

前記空間解像度創造手段は、

前記動きボケ軽減画像から、前記拡大画像のうちの注目画素に対する複数画素をクラスタップとして抽出し、該クラスタップの画素値から前記注目画素に対応するクラスを決定するクラス決定手段と、

前記動きボケ軽減画像に対応する画素数の第1の画像と、該第1の画像よりも画素数が多い第2の画像との間で、前記第2の画像内の注目画素に対応する前記第1の画像内の複数画素から前記注目画素を予測する予測係数を前記クラス毎に学習して記憶する記憶手段と、

前記クラス決定手段により決定されたクラスに対応する予測係数を前記記憶手段から検出し、前記動きボケ軽減画像から、前記拡大画像のうちの注目画素に対する複数画素を予測タップとして抽出し、前記記憶手段から検出した予測係数と前記予測タップとの線形一次結合により前記注目画素に対応する予測値を生成する予測値生成手段とを備えることを特徴とする請求項6記載の画像処理装置。

**【請求項8】**

前記空間解像度創造手段は、前記動きオブジェクトを基準として前記拡大画像の生成を行う

ことを特徴とする請求項6記載の画像処理装置。

**【請求項9】**

時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の動きオブジェクトについて動きベクトルを検出する動きベクトル検出ステップと、

前記動きベクトル検出ステップで検出された動きベクトルを用いて、前記画像内の動きオブジェクトに生じた動きボケを軽減させて動きボケ軽減オブジェクト画像を生成する動きボケ軽減オブジェクト画像生成ステップと、

前記動きベクトル検出ステップで検出された動きベクトルに対応する時空間位置に、前記動きボケ軽減オブジェクト画像生成ステップで生成された動きボケ軽減オブジェクト画像を合成して、動きボケ軽減画像として出力する出力ステップとを有することを特徴とする画像処理方法。

**【請求項10】**

前記動きベクトル検出ステップは、時間的に連続する少なくとも第1の画像と第2の画像のうち、一方の画像内の動きオブジェクトの位置に対応する注目画素を設定して、該注目画素に対する動きベクトルを前記第1の画像と第2の画像を用いて検出し、

前記出力ステップは、検出された動きベクトルに対応する前記一方の画像内の注目画素の位置あるいは他方の画像内の前記注目画素に対応する位置に、前記動きボケ軽減オブジェクト画像を合成する

ことを特徴とする請求項9記載の画像処理方法。

**【請求項11】**

前記動きボケ軽減オブジェクト画像生成ステップは、

前記画像内の処理領域では、前記動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値が前記動きベクトルに対応して移動しながら時間方向に積分された値であるとしてモデル化し、前記処理領域の画素の画素値に基づき、前記処理領域に含まれる前記動きオブジェクトの動きボケを軽減させた動きボケ軽減オブジェクト画像を生成することを特徴とする請求項9記載の画像処理方法。

**【請求項12】**

前記動きボケ軽減オブジェクト画像生成ステップは、

前記処理領域について、動きオブジェクトである前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分のみからなる前景領域と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分のみからなる背景領域と、前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分とが混合される混合領域とを特定する領域特定ステップと、

前記混合領域における前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分との混合比を検出する混合比検出ステップと、

前記混合比に基づいて、前記画像の少なくとも一部の領域を前記前景オブジェクトと前

記背景オブジェクトとに分離する分離ステップと、

前記動きベクトルに基づき、前記分離ステップにより分離された前記前景オブジェクトの動きボケを軽減させる動きボケ調整ステップとを備えることを特徴とする請求項11記載の画像処理方法。

【請求項13】

前記動きベクトル検出ステップは、前記画像内の画素毎に動きベクトルを検出し、

前記動きボケ軽減オブジェクト画像生成ステップは、前記画像内の注目画素の動きベクトルに応じて該注目画素を含むように前記処理領域を設定し、前記注目画素の動きベクトルに基づき、該注目画素の動きボケが軽減された画素値を画素単位で出力することを特徴とする請求項11記載の画像処理方法。

【請求項14】

前記動きボケ軽減画像の拡大画像を生成する空間解像度創造ステップを設けたことを特徴とする請求項9記載の画像処理方法。

【請求項15】

前記空間解像度創造ステップは、

前記動きボケ軽減画像から、前記拡大画像のうちの注目画素に対する複数画素をクラスタップとして抽出し、該クラスタップの画素値から前記注目画素に対応するクラスを決定するクラス決定ステップと、

前記動きボケ軽減画像に対応する画素数の第1の画像と、該第1の画像よりも画素数が多い第2の画像との間で、前記第2の画像内の注目画素に対応する前記第1の画像内の複数画素から前記注目画素を予測する予測係数を前記クラス毎に学習して記憶する記憶ステップと、

前記クラス決定ステップにより決定されたクラスに対応する予測係数を前記記憶ステップから検出し、前記動きボケ軽減画像から、前記拡大画像のうちの注目画素に対する複数画素を予測タップとして抽出し、前記記憶ステップから検出した予測係数と前記予測タップとの線形一次結合により前記注目画素に対応する予測値を生成する予測値生成ステップとを備える

ことを特徴とする請求項14記載の画像処理方法。

【請求項16】

前記空間解像度創造ステップは、前記動きオブジェクトを基準として前記拡大画像の生成を行う

ことを特徴とする請求項14記載の画像処理方法。

【請求項17】

コンピュータに、

時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の動きオブジェクトについて動きベクトルを検出する動きベクトル検出ステップと、

前記動きベクトル検出ステップで検出された動きベクトルを用いて、前記画像内の動きオブジェクトに生じた動きボケを軽減させて動きボケ軽減オブジェクト画像を生成する動きボケ軽減オブジェクト画像生成ステップと、

前記動きベクトル検出ステップで検出された動きベクトルに対応する時空間位置に、前記動きボケ軽減オブジェクト画像生成ステップで生成された動きボケ軽減オブジェクト画像を合成して、動きボケ軽減画像として出力する出力ステップとを実行させるためのプログラム。

【書類名】明細書

【発明の名称】画像処理装置と画像処理方法およびプログラム

【技術分野】

【0001】

この発明は、画像処理装置と画像処理方法およびプログラムに関する。詳しくは、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の動きオブジェクトについて動きベクトルを検出する。この動きベクトルを用いて、画像内の動きオブジェクトに生じた動きボケを軽減させて動きボケ軽減オブジェクト画像を生成して、動きベクトル検出で検出された動きベクトルに対応する時空間位置に、動きボケ軽減オブジェクト画像生成ステップで生成された動きボケ軽減オブジェクト画像を合成して、動きボケ軽減画像として出力するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、現実世界における事象を、センサを用いてデータ化することが行われている。このセンサを用いて取得されたデータは、現実世界の情報を、現実世界より低い次元の時空間に射影して得られた情報である。このため、射影して得られた情報は、射影により発生する歪みを有している。例えば、静止している背景の前で移動する物体をビデオカメラで撮像して画像信号としてデータ化する場合、現実世界の情報をサンプリングしてデータ化することから、画像信号に基づいて表示される画像では、射影により発生する歪みとして、動いている物体がボケてしまう動きボケが生じる。

【0003】

このため、特許文献1で開示されているように、例えば、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトの輪郭を検出することで、前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出し、この粗く抽出された前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトの動きベクトルを算出して、算出した動きベクトルおよび動きベクトルの位置情報を用いて動きボケの軽減が行われている。

【0004】

【特許文献1】特開2001-250119号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、特許文献1に示すような動きボケの軽減では、入力画像から動きボケの軽減された前景成分画像を生成して任意の背景成分画像に合成するものであり、任意の背景成分画像を新たに用意しておかなければならない。また、ビデオカメラで撮像した画像と背景成分画像が異なる場合、合成後の画像はビデオカメラで撮像した画像と異なるものとなってしまう。

【0006】

そこで、この発明では、画像内の動きオブジェクトを追従しながら、この画像内の動きオブジェクトの動きボケを軽減して表示可能とする画像処理装置と画像処理方法およびプログラムを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明に係る画像処理装置は、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の動きオブジェクトについて動きベクトルを検出する動きベクトル検出手段と、動きベクトル検出手段で検出された動きベクトルを用いて、画像内の動きオブジェクトに生じた動きボケを軽減させて動きボケ軽減オブジェクト画像を生成する動きボケ軽減オブジェクト画像生成手段と、動きベクトル検出手段で検出された動きベクトルに対応する時空間位置に、動きボケ軽減オブジェクト画像生成手段で生成された動きボケ軽減オブジェクト画像を合成して動きボケ軽減画像として出力する出力手段とを有するものである。

## 【0008】

この発明に係る画像処理方法は、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の動きオブジェクトについて動きベクトルを検出する動きベクトル検出ステップと、動きベクトル検出ステップで検出された動きベクトルを用いて、画像内の動きオブジェクトに生じた動きボケを軽減させて動きボケ軽減オブジェクト画像を生成する動きボケ軽減オブジェクト画像生成ステップと、動きベクトル検出ステップで検出された動きベクトルに対応する時空間位置に、動きボケ軽減オブジェクト画像生成ステップで生成された動きボケ軽減オブジェクト画像を合成して、動きボケ軽減画像として出力する出力ステップとを有するものである。

## 【0009】

この発明に係るプログラムは、コンピュータに、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の動きオブジェクトについて動きベクトルを検出する動きベクトル検出ステップと、動きベクトル検出ステップで検出された動きベクトルを用いて、画像内の動きオブジェクトに生じた動きボケを軽減させて動きボケ軽減オブジェクト画像を生成する動きボケ軽減オブジェクト画像生成ステップと、動きベクトル検出ステップで検出された動きベクトルに対応する時空間位置に、動きボケ軽減オブジェクト画像生成ステップで生成された動きボケ軽減オブジェクト画像を合成して、動きボケ軽減画像として出力する出力ステップとを実行するものである。

## 【0010】

この発明においては、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の動きオブジェクトについて、時間的に連続する少なくとも第1の画像と第2の画像のうち、一方の画像内の動きオブジェクトの位置に対応する注目画素を設定して、この注目画素に対する動きベクトルを第1の画像と第2の画像を用いて検出し、検出した動きベクトルを用いて、注目画素の動きボケが軽減された画素値を求めて、動きボケ軽減画像が生成される。この注目画素あるいは動きベクトルに対応する空間位置に、動きボケ軽減画像が出力される。

## 【0011】

この動きボケ軽減画像の生成では、画像内に設けられた処理領域では、動きオブジェクトの画素の画素値を、この動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値が移動しながら時間方向に積分された値であるとモデル化して処理が行われる。例えば処理領域について、動きオブジェクトである前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分のみからなる前景領域と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分のみからなる背景領域と、前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分とが混合される混合領域とを特定し、混合領域における前景オブジェクト成分と背景オブジェクトとの混合比が検出されて、この混合比に基づいて画像の少なくとも一部の領域が、前景オブジェクトと背景オブジェクトとに分離されて、分離された前景オブジェクトの動きボケが動きオブジェクトの動きベクトルに基づいて軽減される。あるいは、画像内の画素毎に動きベクトルを検出して、処理領域を動きボケを含む前景オブジェクトの領域として、処理領域内に設けた注目画素に対して検出された動きベクトルを用いて、処理領域の動きボケが軽減された画素値が画素単位で出力される。また、動きボケ軽減画像に基づき拡大画像が動きオブジェクトを基準として生成される。

## 【発明の効果】

## 【0012】

この発明によれば、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の動きオブジェクトについて動きベクトルが検出されて、この検出された動きベクトルを用いて、画像内の動きオブジェクトに生じた動きボケが軽減される。この動きボケが軽減された動きボケ軽減オブジェクト画像が、検出された動きベクトルに対応する時空間位置に合成されて、動きボケ軽減画像として出力される。このため、動きオブジェクトを追従しながら、この動きオブジェクトの動きボケをフレーム毎に軽減できる。

## 【0013】

また、時間的に連続する少なくとも第1の画像と第2の画像のうち、一方の画像内の動きオブジェクトの位置に対応する注目画素を設定して、注目画素に対する動きベクトルを第1の画像と第2の画像を用いて検出し、検出された動きベクトルに対応する一方の画像内の注目画素の位置あるいは他方の画像内の注目画素に対応する位置に、動きボケ軽減オブジェクト画像が合成される。このため、動きボケ軽減オブジェクト画像を正しい位置に表示できる。

#### 【0014】

また、画像内の処理領域では、動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値が動きベクトルに対応して移動しながら時間方向に積分された値であるとしてモデル化し、処理領域の画素の画素値に基づき、処理領域に含まれる動きオブジェクトの動きボケを軽減させた動きボケ軽減オブジェクト画像が生成される。このため、埋もれた有意情報を抽出して、動きボケの軽減を行うことができる。

#### 【0015】

また、この動きボケの軽減では、処理領域について、動きオブジェクトである前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分のみからなる前景領域と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分のみからなる背景領域と、前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分とが混合される混合領域が特定されて、混合領域における前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分との混合比に基づいて、画像の少なくとも一部の領域が前景オブジェクトと背景オブジェクトとに分離されて、分離された前景オブジェクトの動きボケが動きベクトルに基づき軽減される。このため、有意情報として抽出した混合比に基づき、動きオブジェクトの成分を分離できるので、分離した動きオブジェクトの成分に基づき精度良く動きボケを軽減できる。

#### 【0016】

また、画像内の画素毎に動きベクトルを検出して、画像内の注目画素の動きベクトルに応じて、この注目画素を含むように処理領域を設定し、注目画素の動きベクトルに基づき、注目画素の動きボケが軽減された画素値が画素単位で出力される。このため、動きオブジェクトの画素毎の動きが異なる場合でも、動きオブジェクトの動きボケを軽減させることができる。

#### 【0017】

さらに、拡大画像のうちの注目画素に対するクラスタップが動きボケ軽減画像から抽出されて、このクラスタップの画素値に基づきクラスが決定される。また、注目画素に対する予測タップが動きボケ軽減画像から抽出されて、決定されたクラスに対応する予測係数と予測タップとの線形一次結合により注目画素の予測値が生成される。このため、動きボケ軽減画像を用いて動きボケが軽減された高精細な拡大画像を得ることができる。また、拡大画像の生成は動きオブジェクトを基準として行われるので動きオブジェクトを追従しながら、動きオブジェクトの拡大画像を表示できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0018】

以下、図を参照しながら、この発明の実施の一形態について説明する。図1は、本発明を適用するシステムの構成を示すブロック図である。画像センサ10は、例えば、固体撮像素子であるCCD (Charge-Coupled Device) エリアセンサやMOSエリアセンサを備えたビデオカメラなどで構成されており、現実社会を撮像する。例えば、図2に示すように、画像センサ10と背景に対応するオブジェクトOBbとの間を、前景に対応する動きオブジェクトOBfが矢印A方向に移動するとき、画像センサ10は、前景に対応する動きオブジェクトOBfを背景に対応するオブジェクトOBbと共に撮像する。

#### 【0019】

この画像センサ10は、それぞれが時間積分効果を有する複数の検出素子からなるものであり、入力される光に応じて発生された電荷を検出素子毎に露光期間積分する。すなわち、画像センサ10で光電変換を行い、入力された光を画素単位で電荷に変換して例えば1フレーム期間単位で蓄積を行う。この蓄積された電荷量に応じて画素データを生成して

、この画素データを用いて所望のフレームレートの画像データDVaを生成して図1に示す画像処理装置20に供給する。また、画像センサ10にシャッター機能が設けられており、シャッター速度に応じて露光期間を調整して画像データDVaの生成が行われる場合には、露光期間を示す露光期間パラメータHEを画像処理装置20に供給する。この露光期間パラメータHEは、1フレーム期間におけるシャッター開期間を例えば「0～1.0」の値で示したものであり、シャッター機能を使用しないときの値は「1.0」、シャッター期間が1/2フレーム期間であるときの値は「0.5」とされるものである。

#### 【0020】

画像処理装置20は、画像センサ10での時間積分効果によって、画像データDVaに埋もれてしまった有意情報を抽出し、移動する前景に対応する動きオブジェクトOBfに生じた時間積分効果による動きボケを、有意情報をを利用して軽減させる。なお、画像処理装置20には、動きボケの軽減を行う画像領域を選択するための領域選択情報HAが供給される。

#### 【0021】

図3は、画像データDVaで示される撮像画像を説明するための図である。図3Aは、動いている前景に対応する動きオブジェクトOBfと、静止している背景に対応するオブジェクトOBbとを撮像して得られる画像を示している。なお、前景に対応する動きオブジェクトOBfは、矢印A方向に水平移動しているものとする。

#### 【0022】

図3Bは、図3Aの破線で示すラインLにおける画像と時間の関係を示している。動きオブジェクトOBfのラインLにおける移動方向の長さが例えば9画素分であり、1露光期間中に5画素移動する場合、フレーム期間開始時に画素位置P21にあった前端と画素位置P13にあった後端は、それぞれ画素位置P25, P17で露光期間の終了となる。また、シャッター機能が用いられていないとき、1フレームにおける露光期間は1フレーム期間と等しいものとなり、次のフレーム期間開始時に前端が画素位置P26、後端が画素位置P18となる。なお、説明を簡単とするため、特に記載が無い場合はシャッター機能が用いられないものとして説明を行う。

#### 【0023】

このため、ラインLのフレーム期間において、画素位置P12までと画素位置P26からは、背景成分のみの背景領域となる。また、画素位置P17～P21は、前景成分のみの前景領域となる。画素位置P13～P16と画素位置P22～P25は、背景成分と前景成分が混合された混合領域となる。混合領域は、時間の経過に対応して背景成分が前景に覆い隠されるカバードバックグラウンド領域と、時間の経過に対応して背景成分が現れるアンカバードバックグラウンド領域に分類される。なお、図3Bでは、前景のオブジェクトの進行方向前端側に位置する混合領域がカバードバックグラウンド領域、後端側に位置する混合領域がアンカバードバックグラウンド領域となる。このように、画像データDVaには、前景領域、背景領域、またはカバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域を含む画像が含まれることとなる。

#### 【0024】

ここで、1フレームは短時間であり、前景に対応する動きオブジェクトOBfは剛体であって等速に移動していると仮定して、図4に示すように、1露光期間における画素値の時間方向分割動作を行い、画素値を仮想分割数で等時間間隔に分割する。

#### 【0025】

仮想分割数は、前景に対応する動きオブジェクトの1フレーム期間内での動き量vなどに対応して設定する。例えば、1フレーム期間内の動き量vが上述のように5画素であるときは、動き量vに対応して仮想分割数を「5」に設定して、1フレーム期間を等時間間隔で5分割する。

#### 【0026】

また、背景に対応するオブジェクトOBbを撮像したときに得られる画素位置Pxの1フレーム期間の画素値をBx、ラインLにおける長さが9画素分である前景に対応する動き

オブジェクトOBfを静止させて撮像したときに各画素で得られる画素値をF09（前端側）～F01（後端側）とする。

【0027】

この場合、例えば画素位置P15の画素値DP15は、式（1）で表される。

$$DP15 = B15/v + B15/v + F01/v + F02/v + F03/v \quad \dots \quad (1)$$

【0028】

この画素位置P15では、背景の成分を2仮想分割時間（フレーム期間/v）含み、前景成分を3仮想分割時間含むので、背景成分の混合比 $\alpha$ は（2/5）である。同様に、例えば画素位置P22では、背景の成分を1仮想分割時間含み、前景成分を4仮想分割時間含むので、混合比 $\alpha$ は（1/5）である。

【0029】

また、前景に対応する動きオブジェクトが剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて5画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定しているので、例えば、画素位置P13の最初の仮想分割時間における前景の成分（F01/v）は、画素位置P14における2番目の仮想分割時間における前景の成分、画素位置P15における3番目の仮想分割時間における前景の成分、画素位置P16における4番目の仮想分割時間における前景の成分、画素位置P17における5番目の仮想分割時間における前景の成分と等しくなる。また、画素位置P14の最初の仮想分割時間における前景の成分（F02/v）から画素位置P21の最初の仮想分割時間における前景の成分（F09/v）についても、前景の成分（F01/v）と同様である。

【0030】

このため、式（2）に示すように、混合比 $\alpha$ を用いて各画素位置の画素値DPを示すこともできる。なお、式（2）において、「FE」は前景の成分の合計値を示している。

$$DP = \alpha \cdot B + FE \quad \dots \quad (2)$$

【0031】

このように、前景の成分が移動することから、1フレーム期間では、異なる前景の成分が加算されるので、動きオブジェクトに対応する前景の領域は、動きボケを含むものとなる。このため、画像処理装置20では、画像データDVAに埋もれてしまった有意情報として混合比 $\alpha$ を抽出し、この混合比 $\alpha$ を利用して前景に対応する動きオブジェクトOBfの動きボケを軽減させた画像データDVoutを生成する。

【0032】

図5は、画像処理装置20の構成を示すブロック図である。画像処理装置20に供給された画像データDVAは、動きベクトル検出部30と動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40に供給される。また、領域選択情報HAと露光期間パラメータHEは、動きベクトル検出部30に供給される。動きベクトル検出部30は、領域選択情報HAに基づいて、動きボケ軽減処理を行う処理領域を順次抽出して、この処理領域内における動きオブジェクトの動きベクトルMVを検出して動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40に供給する。例えば、時間的に連続する少なくとも第1の画像と第2の画像のうち、一方の画像内の動きオブジェクトの位置に対応する注目画素を設定して、この注目画素に対する動きベクトルを第1の画像と第2の画像を用いて検出する。また、処理領域を示す処理領域情報HZを生成して、動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40と出力部50に供給する。さらに、前景のオブジェクトの動きに応じて領域選択情報HAの更新を行い、動きオブジェクトの動きに応じて処理領域を移動させる。

【0033】

動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40は、動きベクトルMVと処理領域情報HZと画像データDVAに基づいて領域特定や混合比の算出を行い、算出した混合比を用いて前景成分や背景成分の分離を行う。さらに、分離した前景成分の画像に対して動きボケ調整を行って動きボケ軽減オブジェクト画像を生成する。この動きボケ調整を行って得られた動きボケ軽減オブジェクト画像の画像データである前景成分画像データDBfは、出力部50に供給される。また、分離した背景成分画像データDBbも出力部50に供給される。

## 【0034】

出力部50は、背景成分画像データDBbに基づく背景画像上に、前景成分画像データDBfに基づく動きボケが軽減された前景領域の画像を合成して動きボケ軽減画像の画像データDVoutを生成して出力する。ここで、動きボケ軽減オブジェクト画像である前景領域の画像は、検出された動きベクトルMVに対応する時空間位置に合成させることで、動きオブジェクトを追従した位置に動きボケの軽減された動きオブジェクトの画像を表示できる。すなわち、時間的に連続する少なくとも第1の画像と第2の画像を用いて動きベクトルを検出したとき、この検出された動きベクトルに対応する一方の画像内の注目画素の位置あるいは他方の画像内の注目画素に対応する位置に、動きボケが軽減された動きオブジェクトの画像を合成する。

## 【0035】

図6は、動きベクトル検出部30の構成を示すブロック図である。領域選択情報HAは、処理領域設定部31に供給される。また、画像データDVaは検出部33に供給され、露光期間パラメータHEは動きベクトル補正部34に供給される。

## 【0036】

処理領域設定部31は、領域選択情報HAに基づき、動きボケ軽減処理を行う処理領域を順次抽出して、この処理領域を示す処理領域情報HZを検出部33と動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40および出力部50に供給する。また、後述する検出部33で検出された動きベクトルMVOを利用して領域選択情報HAを更新して、動きボケの軽減を行う処理領域を動きオブジェクトの動きに合わせて追尾させる。

## 【0037】

検出部33は、例えば、ブロックマッチング法、勾配法、位相相関法、およびペルリカーシブ法などの手法により、処理領域情報HZで示された処理領域について動きベクトル検出を行い検出した動きベクトルMVを動きベクトル補正部34に供給する。また、検出部33は、領域選択情報HAで示す領域内に設けた例えば追尾点の画像特徴量を算出し、時間方向に複数フレームの画像データを用いることによって追尾点の動きベクトルMVOを算出して処理領域設定部31に供給する。

## 【0038】

ここで、検出部33が outputする動きベクトルMVは、動き量（ノルム）と動き方向（角度）に対応する情報が含まれている。動き量は、動きオブジェクトに対応する画像の位置変化を表す値である。例えば、前景に対応する動きオブジェクトOBfが、あるフレームを基準として次のフレームにおいて水平方向にmove-x、垂直方向にmove-yだけ移動したとき、動き量は式（3）によって求めることができる。また、動き方向は式（4）によって求めることができる。この動き量と動き方向は、処理領域に対して1対のみ与えられる。

## 【0039】

## 【数1】

$$\text{動き量} = \sqrt{(move-x)^2 + (move-y)^2} \quad \dots \quad (3)$$

$$\text{動き方向} = \tan^{-1}(move-x/move-y) \quad \dots \quad (4)$$

## 【0040】

動きベクトル補正部34は、露光期間パラメータHEを用いて動きベクトルMVの補正を行う。動きベクトル補正部34に供給された動きベクトルMVは、上述のようにフレーム間の動きベクトルである。しかし、後述する動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40で用いる動きベクトルは、フレーム内の動きベクトルを用いて処理を行うことから、シャッター機能が用いられて1フレームにおける露光期間が1フレーム期間よりも短いときには、フレーム間の動きベクトルを用いてしまうと動きボケ軽減を正しく行うことができない

。このため、フレーム間の動きベクトルである動きベクトルMVを1フレーム期間に対する露出期間の割合で補正して、動きベクトルMVCとして動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40に供給する。

#### 【0041】

図7は、動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40の構成を示すブロック図である。領域特定部41は、画像データDVaに基づく表示画像における処理領域情報HZで示された処理領域内の各画素が、前景領域、背景領域、または混合領域のいずれに属するかを示す情報（以下、領域情報と称する）ARを生成して混合比算出部42と前景背景分離部43、および動きボケ調整部44に供給する。

#### 【0042】

混合比算出部42は、画像データDVaおよび領域特定部41から供給された領域情報ARを基に、混合領域において背景成分の混合比 $\alpha$ を算出して、算出した混合比 $\alpha$ を前景背景分離部43に供給する。

#### 【0043】

前景背景分離部43は、領域特定部41から供給された領域情報AR、および混合比算出部42から供給された混合比 $\alpha$ を基に、画像データDVaを前景成分のみから成る前景成分画像データDBeと背景成分のみから成る背景成分画像データDBbに分離して、前景成分画像データDBeを動きボケ調整部44に供給する。

#### 【0044】

動きボケ調整部44は、動きベクトルMVCで示された動き量および領域情報ARを基に、前景成分画像データDBeに含まれる1以上の画素を示す調整処理単位を決定する。調整処理単位は、動きボケ軽減の処理の対象となる1群の画素を指定するデータである。

#### 【0045】

動きボケ調整部44は、前景背景分離部43から供給された前景成分画像、動きベクトル検出部30から供給された動きベクトルMVCおよびその領域情報AR、並びに調整処理単位を基に、前景成分画像データDBeに含まれる動きボケを低減させる。この動きボケを低減させた前景成分画像データDBfを出力部50に供給する。

#### 【0046】

図8は、領域特定部41の構成を示すブロック図である。画像メモリ411は、入力された画像データDVaをフレーム単位で記憶する。画像メモリ411は、処理の対象がフレーム#nであるとき、フレーム#nの2つ前のフレームであるフレーム#n-2、フレーム#nの1つ前のフレームであるフレーム#n-1、フレーム#n、フレーム#nの1つ後のフレームであるフレーム#n+1、およびフレーム#nの2つ後のフレームであるフレーム#n+2を記憶する。

#### 【0047】

静動判定部412は、フレーム#nに対する処理領域情報HZで特定された領域と同一の領域のフレーム#n-2、#n-1、#n+1、#n+2の画像データを画像メモリ411から読み出して、読み出した画像データのフレーム間差分絶対値を算出する。このフレーム間差分絶対値が予め設定している閾値Thより大きいか否かによって、動き部分であるか静止部分であるかを判別し、この判別結果を示す静動判定情報SMを領域判定部413に供給する。

#### 【0048】

図9は、画像メモリ411から読み出した画像データを示している。なお、図9は処理領域情報HZで特定された領域内における1つのラインの画素位置P01～P39の画像データを読み出した場合を示している。

#### 【0049】

静動判定部412は、連続する2フレームの画素毎のフレーム間差分絶対値を求め、フレーム差分絶対値が予め設定している閾値Thより大きいか否かを判定し、フレーム間差分絶対値が閾値Thよりも大きいときは動き、フレーム間差分絶対値が閾値Th以下であるときは静止と判定する。

#### 【0050】

領域判定部413は、静動判定部412で得られた判定結果を用いて、処理領域情報H

Zで特定された領域の各画素が、静止領域、カバードバックグランド領域、アンカバードバックグランド領域、動き領域のいずれに属するか、図10に示すように領域判定処理を行う。

#### 【0051】

例えば、最初にフレーム#n-1とフレーム#nの静動判定の結果が静止である画素を静止領域の画素と判定する。また、フレーム#nとフレーム#n+1の静動判定の結果が静止である画素を静止領域の画素と判定する。

#### 【0052】

次に、フレーム#n-2とフレーム#n-1の静動判定の結果が静止であり、フレーム#n-1とフレーム#nの静動判定の結果が動きである画素をカバードバックグランド領域の画素と判定する。また、フレーム#nとフレーム#n+1の静動判定の結果が動きであり、フレーム#n+1とフレーム#n+2の静動判定の結果が静止である画素をアンカバードバックグランド領域の画素と判定する。

#### 【0053】

その後、フレーム#n-1とフレーム#nの静動判定の結果とフレーム#nとフレーム#n+1の静動判定の結果が共に動きである画素を動き領域の画素と判定する。

#### 【0054】

なお、カバードバックグランド領域における動き領域側の画素やアンカバードバックグランド領域における動き領域側の画素は、背景成分が含まれていなくとも、カバードバックグランド領域やアンカバードバックグランド領域と判別されてしまう場合がある。例えば図9の画素位置P21は、フレーム#n-2とフレーム#n-1の静動判定の結果が静止であり、フレーム#n-1とフレーム#nの静動判定の結果が動きであることから、背景成分が含まれていなくともカバードバックグランド領域と判別されてしまう。また、画素位置P17は、フレーム#nとフレーム#n+1の静動判定の結果が動きであり、フレーム#n+1とフレーム#n+2の静動判定の結果が静止であることから、背景成分が含まれていなくともアンカバードバックグランド領域と判別されてしまう。このため、カバードバックグランド領域における動き領域側の画素とアンカバードバックグランド領域における動き領域側の画素を動き量領域の画素に補正することで、各画素の領域判定を精度良く行うことができる。このようにして領域判定を行い、各画素が静止領域やカバードバックグランド領域、アンカバードバックグランド領域、動き領域のいずれかに属するものであるかを示す領域情報ARを生成して、混合比算出部42と前景背景分離部43と動きボケ調整部44に供給する。

#### 【0055】

なお、領域特定部41は、アンカバードバックグランド領域およびカバードバックグランド領域に対応する領域情報に論理和を適用することにより、混合領域に対応する領域情報を生成して、各画素が静止領域や混合領域、動き領域のいずれに属するものであるかを領域情報ARで示すものとしても良い。

#### 【0056】

図11は、混合比算出部42の構成を示すブロック図である。推定混合比処理部421は、画像データDVAを基にカバードバックグランド領域に対応する演算を行い画素毎に推定混合比 $\alpha_c$ を算出して、この算出した推定混合比 $\alpha_c$ を混合比決定部423に供給する。また、推定混合比処理部422は、画像データDVAを基にアンカバードバックグランド領域に対応する演算を行い画素毎に推定混合比 $\alpha_u$ を算出して、この算出した推定混合比 $\alpha_u$ を混合比決定部423に供給する。

#### 【0057】

混合比決定部423は、推定混合比処理部421、422から供給された推定混合比 $\alpha_c$ 、 $\alpha_u$ と領域特定部41から供給された領域情報ARに基づいて、背景成分の混合比 $\alpha$ を設定する。混合比決定部423は、対象となる画素が動き領域に属する場合、混合比 $\alpha$ を「 $\alpha = 0$ 」に設定する。また、対象となる画素が静止領域に属する場合、混合比 $\alpha$ を「 $\alpha = 1$ 」に設定する。対象となる画素がカバードバックグランド領域に属する場合、推定混合比処理部421から供給された推定混合比 $\alpha_c$ を混合比 $\alpha$ に設定し、対象となる画素が

アンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部422から供給された推定混合比 $\alpha_u$ を混合比 $\alpha$ に設定する。この設定した混合比 $\alpha$ を前景背景分離部43に供給する。

## 【0058】

ここで、フレーム期間が短く、前景に対応する動きオブジェクトが剛体でフレーム期間内に等速で動いていると仮定できると、混合領域に属する画素の混合比 $\alpha$ は、画素の位置の変化に対応して、直線的に変化する。このような場合、理想的な混合比 $\alpha$ の混合領域における傾き $\theta$ は、図12に示すように、前景に対応する動きオブジェクトのフレーム期間内における動き量 $v$ の逆数として表すことができる。すなわち、静止領域における混合比 $\alpha$ は「1」、動き領域における混合比 $\alpha$ は「0」の値を有し、混合領域では「0」から「1」の範囲で変化する。

## 【0059】

図9に示すカバードバックグラウンド領域の画素位置P24の画素値D<sub>P24</sub>は、フレーム#n-1における画素位置P24の画素値をB<sub>24</sub>としたとき式(5)として表すことができる。

## 【0060】

【数2】

$$D_{P24} = 3 B_{24} / v + F_{08} / v + F_{09} / v$$

$$= 3 / v \cdot B_{24} + \sum_{i=08}^{09} F_i / v \quad \dots \quad (5)$$

## 【0061】

この画素値D<sub>P24</sub>では、画素値D<sub>P24</sub>の中に背景成分が $(3/v)$ 含まれることから動き量 $v$ が「 $v = 5$ 」のとき混合比 $\alpha$ は「 $\alpha = (3/5)$ 」となる。

## 【0062】

すなわち、カバードバックグラウンド領域における画素位置Pgの画素値D<sub>gc</sub>は、式(6)として示すことができる。なお「B<sub>g</sub>」は、フレーム#n-1における画素位置Pgの画素値、「F<sub>Eg</sub>」は画素位置Pgにおける前景成分の合計を示している。

$$D_{gc} = \alpha c \cdot B_g + F_{Eg} \quad \dots \quad (6)$$

## 【0063】

また、画素値D<sub>gc</sub>の画素位置におけるフレーム#n+1における画素値をF<sub>g</sub>として、この画素位置における $(F_g/v)$ がそれぞれ等しいものとすると、 $F_{Eg} = (1 - \alpha c) F_g$ となる。すなわち、式(6)は式(7)として示すことができる。

$$D_{gc} = \alpha c \cdot B_g + (1 - \alpha c) F_g \quad \dots \quad (7)$$

## 【0064】

この式(7)を変形すると式(8)となる。

$$\alpha c = (D_{gc} - F_g) / (B_g - F_g) \quad \dots \quad (8)$$

## 【0065】

式(8)において、D<sub>gc</sub>、B<sub>g</sub>、F<sub>g</sub>は既知であることから、推定混合比処理部421は、カバードバックグラウンド領域の画素に対して、フレーム#n-1、#n、#n+1の画素値を用いて推定混合比 $\alpha_c$ を求めることができる。

## 【0066】

アンカバードバックグラウンド領域についても、カバードバックグラウンド領域と同様にして、アンカバードバックグラウンド領域の画素値をD<sub>Pu</sub>とすると、式(9)を得ることができる。

$$\alpha u = (D_{gu} - B_g) / (F_g - B_g) \quad \dots \quad (9)$$

## 【0067】

式(9)においても、D<sub>gu</sub>、B<sub>g</sub>、F<sub>g</sub>は既知であることから、推定混合比処理部422

は、アンカバードバックグランド領域の画素に対して、フレーム#n-1, #n, #n+1の画素値を用いて推定混合比  $\alpha_u$  を求めることができる。

【0068】

混合比決定部423は、領域情報ARが静止領域であることを示しているとき混合比  $\alpha$  を「 $\alpha = 1$ 」、動き領域であることを示しているとき混合比  $\alpha$  を「 $\alpha = 0$ 」として出力する。また、カバードバックグランド領域であることを示しているときは、推定混合比処理部421で算出した推定混合比  $\alpha_c$ 、アンカバードバックグランド領域であることを示しているときは、推定混合比処理部422で算出した推定混合比  $\alpha_u$  をそれぞれ混合比  $\alpha$  として出力する。

【0069】

図13は、前景背景分離部43の構成を示すプロック図である。前景背景分離部43に供給された画像データDVAと領域特定部41から供給された領域情報ARは、分離部431、スイッチ部432、およびスイッチ部433に供給される。混合比算出部42から供給された混合比  $\alpha$  は、分離部431に供給される。

【0070】

分離部431は、領域情報ARに基づき、画像データDVAからカバードバックグランド領域とアンカバードバックグランド領域の画素のデータを分離する。この分離したデータと混合比  $\alpha$  に基づき動きを生じた前景のオブジェクトの成分と静止している背景の成分を分離して、前景のオブジェクトの成分である前景成分を合成部434に供給し、背景成分を合成部435に供給する。

【0071】

例えば、図9のフレーム#nにおいて、画素位置P22～P25はカバードバックグランド領域に属する領域であり、それぞれの画素位置P22～P25における混合比を混合比  $\alpha_{22} \sim \alpha_{25}$  とすると、画素位置P22の画素値DP22は、フレーム#n-1における画素位置P22の画素値を「B22j」とした場合、式(10)で表される。

$$\begin{aligned} DP22 &= B22/v + F06/v + F07/v + F08/v + F09/v \\ &= \alpha_{22} \cdot B22j + F06/v + F07/v + F08/v + F09/v \quad \dots \quad (10) \end{aligned}$$

【0072】

このフレーム#nにおける画素位置P22の前景成分FE22は、式(11)で表すことができる。

$$FE22 = F06/v + F07/v + F08/v + F09/v = DP22 - \alpha_{22} \cdot B22j \quad \dots \quad (11)$$

【0073】

すなわち、フレーム#nにおけるカバードバックグランド領域の画素位置Pgの前景成分FEGCは、フレーム#n-1における画素位置Pgの画素値を「B gj」としたとき、式(12)を用いて求めることができる。

$$FEGC = DPg - \alpha_c \cdot B gj \quad \dots \quad (12)$$

【0074】

また、アンカバードバックグランド領域における前景成分FEGUも、カバードバックグランド領域における前景成分FEGCと同様にして求めることができる。

【0075】

例えば、フレーム#nにおいて、アンカバードバックグランド領域内の画素位置P16の画素値DP16は、フレーム#n+1における画素位置P16の画素値を「B16k」としたとき、式(13)で表される。

$$\begin{aligned} DP16 &= B16/v + F01/v + F02/v + F03/v + F04/v \\ &= \alpha_{16} \cdot B16k + F01/v + F02/v + F03/v + F04/v \quad \dots \quad (13) \end{aligned}$$

【0076】

このフレーム#nにおける画素位置P16の前景成分FE16は、式(14)で表すことができる。

$$FE16 = F01/v + F02/v + F03/v + F04/v = DP16 - \alpha_{16} \cdot B16k \quad \dots \quad (14)$$

【0077】

すなわち、フレーム#nにおけるアンカバードバックグラウンド領域の画素位置  $P_{gu}$  の前景成分  $F_{Egu}$  は、フレーム#n+1における画素位置  $P_g$  の画素値を「 $B_{gk}$ 」としたとき、式(15)を用いて求めることができる。

$$F_{Egu} = D_{Pg} - \alpha u \cdot B_k \quad \dots \quad (15)$$

#### 【0078】

このように、分離部431は、画像データ  $D_{Va}$  と領域特定部41で生成された領域情報  $AR$  と混合比算出部で算出された混合比  $\alpha$  を用いて、前景成分と背景成分を分離できる。

#### 【0079】

スイッチ部432は、領域情報  $AR$  に基づいてスイッチ制御を行い、画像データ  $D_{Va}$  から動き領域の画素のデータを選択して合成部434に供給する。スイッチ部433は、領域情報  $AR$  に基づいてスイッチ制御を行い、画像データ  $D_{Va}$  から静止領域の画素のデータを選択して合成部435に供給する。

#### 【0080】

合成部434は、分離部431から供給された前景のオブジェクトの成分とスイッチ部432から供給された動き領域のデータを用いて、前景成分画像データ  $D_{Be}$  を合成して、動きボケ調整部44に供給する。また、合成部434は、前景成分画像データ  $D_{Be}$  の生成処理の最初に実行される初期化において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が0である初期データを格納し、この初期データに画像データを上書きする。従って、背景領域に対応する部分は初期データの状態とされる。

#### 【0081】

合成部435は、分離部431から供給された背景の成分とスイッチ部433から供給された静止領域のデータを用いて、背景成分画像データ  $D_{Bb}$  を合成して出力部50に供給する。また、合成部435は、背景成分画像データ  $D_{Bb}$  の生成処理の最初に実行される初期化において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が0である画像を格納し、この初期データに画像データを上書きする。従って、前景領域に対応する部分は初期データの状態とされる。

#### 【0082】

図14は、動きボケ調整部44の構成を示すブロック図である。動きベクトル検出部30から供給された動きベクトル  $MVC$  は、調整処理単位決定部441とモデル化部442に供給される。領域特定部41から供給された領域情報  $AR$  は、調整処理単位決定部441に供給される。また、前景背景分離部43から供給された前景成分画像データ  $D_{Be}$  は、足し込み部444に供給される。

#### 【0083】

調整処理単位決定部441は、領域情報  $AR$  と動きベクトル  $MVC$  に基づき、前景成分画像のカバードバックグラウンド領域からアンカバードバックグラウンド領域までの動き方向に並ぶ連続する画素を調整処理単位として設定する。または、アンカバードバックグラウンド領域からカバードバックグラウンド領域までの動き方向に並ぶ連続する画素を調整処理単位として設定する。この設定した調整処理単位を示す調整処理単位情報  $HC$  をモデル化部442と足し込み部444に供給する。図15は、調整処理単位を示しており、例えば図9におけるフレーム#nの画素位置  $P_{13} \sim P_{25}$  を調整処理単位とした場合を示している。なお、調整処理単位決定部441では、動き方向が水平方向や垂直方向と異なる場合、アフィン変換を行って動き方向を水平方向や垂直方向に変換することで、動き方向が水平方向や垂直方向の場合と同様に処理することができる。

#### 【0084】

モデル化部442は、動きベクトル  $MVC$  および設定された調整処理単位情報  $HC$  を基に、モデル化を実行する。このモデル化では、調整処理単位に含まれる画素の数、画像データ  $D_{Va}$  の時間方向の仮想分割数、および画素毎の前景成分の数に対応する複数のモデルを予め記憶しておき、調整処理単位、および画素値の時間方向の仮想分割数を基に、画像データ  $D_{Va}$  と前景の成分との対応を指定するモデル  $MD$  を選択するようにしても良い

## 【0085】

モデル化部442は、選択したモデルMDを方程式生成部443に供給する。方程式生成部443は、モデル化部442から供給されたモデルMDを基に方程式を生成する。調整処理単位を上述のようにフレーム#nの画素位置P13～P25として、動き量vが「5画素」で仮想分割数を「5」としたとき、調整処理単位内の画素位置C01における前景成分FE01や画素位置C02～C13における前景成分FE02～FE13は、式(16)～(28)で示すことができる。

## 【0086】

$$\begin{aligned}
 F E 01 &= F 01/v & \cdots & (16) \\
 F E 02 &= F 02/v + F 01/v & \cdots & (17) \\
 F E 03 &= F 03/v + F 02/v + F 01/v & \cdots & (18) \\
 F E 04 &= F 04/v + F 03/v + F 02/v + F 01/v & \cdots & (19) \\
 F E 05 &= F 05/v + F 04/v + F 03/v + F 02/v + F 01/v & \cdots & (20) \\
 F E 06 &= F 06/v + F 05/v + F 04/v + F 03/v + F 02/v & \cdots & (21) \\
 F E 07 &= F 07/v + F 06/v + F 05/v + F 04/v + F 03/v & \cdots & (22) \\
 F E 08 &= F 08/v + F 07/v + F 06/v + F 05/v + F 04/v & \cdots & (23) \\
 F E 09 &= F 09/v + F 08/v + F 07/v + F 06/v + F 05/v & \cdots & (24) \\
 F E 10 &= F 09/v + F 08/v + F 07/v + F 06/v & \cdots & (25) \\
 F E 11 &= F 09/v + F 08/v + F 07/v & \cdots & (26) \\
 F E 12 &= F 09/v + F 08/v & \cdots & (27) \\
 F E 13 &= F 09/v & \cdots & (28)
 \end{aligned}$$

## 【0087】

方程式生成部443は、生成した方程式を変形して新たな方程式を生成する。方程式生成部443が生成する方程式を、式(29)～式(41)に示す。

$$\begin{aligned}
 F E 01 &= 1 \cdot F 01/v + 0 \cdot F 02/v + 0 \cdot F 03/v + 0 \cdot F 04/v + 0 \cdot F 05/v \\
 &\quad + 0 \cdot F 06/v + 0 \cdot F 07/v + 0 \cdot F 08/v + 0 \cdot F 09/v \cdots (29) \\
 F E 02 &= 1 \cdot F 01/v + 1 \cdot F 02/v + 0 \cdot F 03/v + 0 \cdot F 04/v + 0 \cdot F 05/v \\
 &\quad + 0 \cdot F 06/v + 0 \cdot F 07/v + 0 \cdot F 08/v + 0 \cdot F 09/v \cdots (30) \\
 F E 03 &= 1 \cdot F 01/v + 1 \cdot F 02/v + 1 \cdot F 03/v + 0 \cdot F 04/v + 0 \cdot F 05/v \\
 &\quad + 0 \cdot F 06/v + 0 \cdot F 07/v + 0 \cdot F 08/v + 0 \cdot F 09/v \cdots (31) \\
 F E 04 &= 1 \cdot F 01/v + 1 \cdot F 02/v + 1 \cdot F 03/v + 1 \cdot F 04/v + 0 \cdot F 05/v \\
 &\quad + 0 \cdot F 06/v + 0 \cdot F 07/v + 0 \cdot F 08/v + 0 \cdot F 09/v \cdots (32) \\
 F E 05 &= 1 \cdot F 01/v + 1 \cdot F 02/v + 1 \cdot F 03/v + 1 \cdot F 04/v + 1 \cdot F 05/v \\
 &\quad + 0 \cdot F 06/v + 0 \cdot F 07/v + 0 \cdot F 08/v + 0 \cdot F 09/v \cdots (33) \\
 F E 06 &= 0 \cdot F 01/v + 1 \cdot F 02/v + 1 \cdot F 03/v + 1 \cdot F 04/v + 1 \cdot F 05/v \\
 &\quad + 1 \cdot F 06/v + 0 \cdot F 07/v + 0 \cdot F 08/v + 0 \cdot F 09/v \cdots (34) \\
 F E 07 &= 0 \cdot F 01/v + 0 \cdot F 02/v + 1 \cdot F 03/v + 1 \cdot F 04/v + 1 \cdot F 05/v \\
 &\quad + 1 \cdot F 06/v + 1 \cdot F 07/v + 0 \cdot F 08/v + 0 \cdot F 09/v \cdots (35) \\
 F E 08 &= 0 \cdot F 01/v + 0 \cdot F 02/v + 0 \cdot F 03/v + 1 \cdot F 04/v + 1 \cdot F 05/v \\
 &\quad + 1 \cdot F 06/v + 1 \cdot F 07/v + 1 \cdot F 08/v + 0 \cdot F 09/v \cdots (36) \\
 F E 09 &= 0 \cdot F 01/v + 0 \cdot F 02/v + 0 \cdot F 03/v + 0 \cdot F 04/v + 1 \cdot F 05/v \\
 &\quad + 1 \cdot F 06/v + 1 \cdot F 07/v + 1 \cdot F 08/v + 1 \cdot F 09/v \cdots (37) \\
 F E 10 &= 0 \cdot F 01/v + 1 \cdot F 02/v + 0 \cdot F 03/v + 0 \cdot F 04/v + 0 \cdot F 05/v \\
 &\quad + 1 \cdot F 06/v + 1 \cdot F 07/v + 1 \cdot F 08/v + 1 \cdot F 09/v \cdots (38) \\
 F E 11 &= 0 \cdot F 01/v + 0 \cdot F 02/v + 0 \cdot F 03/v + 0 \cdot F 04/v + 0 \cdot F 05/v \\
 &\quad + 0 \cdot F 06/v + 1 \cdot F 07/v + 1 \cdot F 08/v + 1 \cdot F 09/v \cdots (39) \\
 F E 12 &= 0 \cdot F 01/v + 0 \cdot F 02/v + 0 \cdot F 03/v + 0 \cdot F 04/v + 0 \cdot F 05/v \\
 &\quad + 0 \cdot F 06/v + 0 \cdot F 07/v + 1 \cdot F 08/v + 1 \cdot F 09/v \cdots (40) \\
 F E 13 &= 0 \cdot F 01/v + 0 \cdot F 02/v + 0 \cdot F 03/v + 0 \cdot F 04/v + 0 \cdot F 05/v
 \end{aligned}$$

$$+0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v + 1 \cdot F09/v \quad \dots \quad (41)$$

この式 (29) ~ (41) は、式 (42) として表すこともできる。

【0088】

【数3】

$$F_Ej = \sum_{i=01}^{09} a_{ij} \cdot F_i/v \quad \dots \quad (42)$$

【0089】

式 (42) において、  $j$  は調整処理単位内の画素位置を示す。この例において、  $j$  は 1 ~ 13 のいずれか 1 つの値を有する。また、  $i$  は、前景の成分の位置を示す。この例において、  $i$  は、 1 ~ 5 のいずれか 1 つの値を有する。  $a_{ij}$  は、  $i$  および  $j$  の値に対応して、 0 または 1 の値を有する。

【0090】

ここで、誤差を考慮すると、式 (42) は、式 (43) のように表すことができる。

【0091】

【数4】

$$F_Ej = \sum_{i=01}^{09} a_{ij} \cdot F_i/v + e_j \quad \dots \quad (43)$$

【0092】

式 (43) において、  $e_j$  は、注目画素  $C_j$  に含まれる誤差である。この式 (43) は、式 (44) に書き換えることができる。

【0093】

【数5】

$$e_j = F_Ej - \sum_{i=01}^{09} a_{ij} \cdot F_i/v \quad \dots \quad (44)$$

【0094】

ここで、最小自乗法を適用するため、誤差の二乗和  $E$  を式 (45) に示すように定義する。

【0095】

【数6】

$$E = \sum_{j=01}^{13} e_j^2 \quad \dots \quad (45)$$

【0096】

誤差が最小になるためには、誤差の二乗和  $E$  に対する変数  $F_k$  による偏微分の値が 0 になればよいことから、式 (46) を満たすように  $F_k$  を求める。

【0097】

## 【数7】

$$\begin{aligned}\frac{\partial E}{\partial F_k} &= 2 \cdot \sum_{j=01}^{13} e_j \cdot (\partial e_j / \partial F_k) \\ &= 2 \cdot \sum_{j=01}^{13} ((F_E j - \sum_{i=01}^{09} a_{ij} \cdot F_i / v) \cdot (-a_{kj} / v)) = 0\end{aligned}$$

. . . (46)

## 【0098】

式(46)において、動き量vは固定値であるから、式(47)を導くことができる。

## 【0099】

## 【数8】

$$\sum_{j=01}^{13} a_{kj} \cdot \sum_{j=01}^{13} (F_E j - \sum_{i=01}^{09} a_{ij} \cdot F_i / v) = 0 \quad . . . (47)$$

## 【0100】

式(47)を展開して移項すると、式(48)を得る。

## 【0101】

## 【数9】

$$\sum_{j=01}^{13} (a_{kj} \cdot \sum_{i=01}^{09} a_{ij} \cdot F_i) = v \cdot \sum_{j=01}^{13} a_{kj} \cdot F_E j \quad . . . (48)$$

## 【0102】

この式(48)のkに、1～9の整数のいずれか1つを代入して得られる9つの式に展開する。さらに、得られた9つの式を、行列により1つの式により表すことができる。この式を正規方程式と呼ぶ。

## 【0103】

このような最小自乗法に基づく、方程式生成部443が生成する正規方程式の例を式(49)に示す。

## 【0104】

## 【数10】

$$\begin{bmatrix}
 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 \\
 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\
 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\
 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 \\
 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4
 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix}
 F01 \\
 F02 \\
 F03 \\
 F04 \\
 F05 \\
 F06 \\
 F07 \\
 F08 \\
 F09
 \end{bmatrix} = v \cdot \begin{bmatrix}
 \sum_{i=01}^{05} F \cdot E_i \\
 \sum_{i=02}^{06} F \cdot E_i \\
 \sum_{i=03}^{07} F \cdot E_i \\
 \sum_{i=04}^{08} F \cdot E_i \\
 \sum_{i=05}^{09} F \cdot E_i \\
 \sum_{i=06}^{10} F \cdot E_i \\
 \sum_{i=07}^{11} F \cdot E_i \\
 \sum_{i=08}^{12} F \cdot E_i \\
 \sum_{i=09}^{13} F \cdot E_i
 \end{bmatrix}$$

• • • (49)

## 【0105】

この式(49)を  $A \cdot F = v \cdot F \cdot E$  と表すと、 $A$ 、 $v$  はモデル化の時点で既知である。また、 $F \cdot E$  は足し込み動作において画素値を入力することで既知となり、 $F$  が未知である。

## 【0106】

このように、最小自乗法に基づく正規方程式により前景成分  $F$  を算出することにより、画素値  $F \cdot E$  に含まれている誤差を分散させることができる。方程式生成部443は、このように生成された正規方程式を足し込み部444に供給する。

## 【0107】

足し込み部444は、調整処理単位決定部441から供給された調整処理単位情報  $H \cdot C$  を基に、前景成分画像データ  $D \cdot B \cdot e$  を、方程式生成部443から供給された行列の式に設定する。さらに、足し込み部444は、画像データの設定なされた行列式を演算部445に供給する。

## 【0108】

演算部445は、掃き出し法 (Gauss-Jordanの消去法) などの解法に基づく処理により、動きボケが軽減された前景成分  $F \cdot i / v$  を算出して、動きボケが軽減された前景の画素値

F01～F09を生成する。この生成した画素値F01～F09は、前景成分画像の位置を変化させないため、調整処理単位の中心を基準として画素値F01～F09の画像位置を設定して、例えば1フレーム期間の1/2の位相で出力部50に供給する。すなわち、図16に示すように、画素値F01～F09を画素位置C03～C11の画像データとして、動きボケの軽減された前景成分画像の画像データDVafcを1フレーム期間の1/2のタイミングで出力部50に供給する。

#### 【0109】

また、演算部445をフィルタ化して、画素値を入力して動きボケが軽減された画素値を出力するものとすれば、リアルタイムで画素値F01～F09を算出できる。この場合、画素値の出力は、上述のように調整処理単位の中心を基準として1フレーム期間の1/2の位相とする。

#### 【0110】

なお、演算部445は、画素値が偶数個のとき、例えば画素値F01～F08を求めたときは、中央の2つの画素値F04, F05の何れかを調整処理単位の中心として出力する。また、シャッター動作が行われて1フレームにおける露光期間が1フレーム期間よりも短いときには、露光期間の1/2の位相で出力部50に供給する。

#### 【0111】

出力部50は、動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40の前景背景分離部43から供給された背景成分画像データDBbに、動きボケ調整部44から供給された前景成分画像データDBfを合成して画像データDVoutを生成して出力する。ここで、動きボケの軽減された前景成分画像は、動きベクトル検出部30で検出された動きベクトルMVCに対応する時空間位置に合成する。すなわち、動きベクトルMVに応じて設定された処理領域情報HZによって示された位置に動きボケの軽減された前景成分画像を合成することで、動きボケの軽減された前景成分画像を動きボケ軽減画像生成処理前の画像位置に正しく表示できる。

#### 【0112】

このようにして、動きオブジェクトを追従しながら動きオブジェクトの動きボケ軽減処理を行い、画像内の動きオブジェクトの動きボケが軽減されている動きボケ軽減画像を生成できる。

#### 【0113】

また、画像内の処理領域では、動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値が動きベクトルに対応して移動しながら時間方向に積分された値であるとしてモデル化して、前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分との混合比を有意情報として抽出することができ、この有意情報をを利用して動きオブジェクトの成分を分離して、分離した動きオブジェクトの成分に基づき精度良く動きボケを軽減させることができる。

#### 【0114】

ところで、動きボケの軽減は、ソフトウェアを用いても実現できる。図17は、画像処理装置の他の構成としてソフトウェアで動きボケ軽減を行う場合を示している。CPU(Central Processing Unit)61は、ROM(Read Only Memory)62、または記憶部63に記憶されているプログラムに従って各種の処理を実行する。この記憶部63は、例えばハードディスクなどで構成され、CPU61が実行するプログラムや各種のデータを記憶する。RAM(Random Access Memory)64には、CPU61が実行するプログラムや各種の処理を行う際に用いられるデータ等が適宜記憶される。これらのCPU61、ROM62、記憶部63およびRAM64は、バス65により相互に接続されている。

#### 【0115】

CPU61には、バス65を介して、入力インターフェース部66や出力インターフェース部67、通信部68、ドライブ69が接続されている。入力インターフェース部66には、キーボードやポインティングデバイス(例えはマウス等)、マイクロホンなどの入力装置が接続される。また、出力インターフェース部67には、ディスプレイ、スピーカなどの出力装置が接続されている。CPU61は、入力インターフェース部66から入力される指令

に対応して各種の処理を実行する。そして、CPU61は、処理の結果得られた画像や音声等を出力インターフェース部67から出力する。通信部68は、インターネット、その他ネットワークを介して外部の装置と通信する。この通信部68は画像センサ10から出力された画像データDVaの取り込みや、プログラムの取得等に用いられる。ドライブ69は、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリなどが装着されたとき、それらを駆動し、そこに記録されているプログラムやデータなどを取得する。取得されたプログラムやデータは、必要に応じて記憶部63に転送され、記憶される。

#### 【0116】

次に、図18のフローチャートを参照して、画像処理装置の動作について説明する。ステップST1において、CPU61は、画像センサ10によって生成された画像データDVaを、入力部や通信部等を介して取得し、この取得した画像データDVaを記憶部63に記憶させる。

#### 【0117】

ステップST2でCPU61は、外部からの指示を受けて処理領域を設定する。

#### 【0118】

ステップST3でCPU61は、画像データDVaを用いて、ステップST2で決定された処理領域における前景に対応する動きオブジェクトOBfの動きベクトルを検出する。

#### 【0119】

ステップST4でCPU61は、露光期間パラメータを取得してステップST5に進み、ステップST3で検出した動きベクトルを露光期間パラメータに応じて補正してステップST6に進む。

#### 【0120】

ステップST6でCPU61は、動きボケ軽減オブジェクト画像生成処理を行い、動きオブジェクトOBfの動きボケを軽減させた画像データを生成する。図19は、動きボケ軽減オブジェクト画像生成処理を示すフローチャートである。

#### 【0121】

ステップST11でCPU61は、ステップST2で決定された処理領域について領域特定処理を行い、決定された処理領域内の画素が、背景領域、前景領域、カバードバックグラウンド領域、アンカバードバックグラウンド領域のいずれに属するか判別して領域情報を生成する。この領域情報の生成では、処理の対象がフレーム#nであるとき、フレーム#n-2, #n-1, #n, #n+1, #n+2の画像データを用いてフレーム間差分絶対値を算出する。このフレーム間差分絶対値が予め設定している閾値Thより大きいか否かによって、動き部分であるか静止部分であるかを判別し、この判別結果に基づいて領域の判別を行い領域情報を生成する。

#### 【0122】

ステップST12でCPU61は、混合比算出処理を行い、ステップST11で生成した領域情報を用いて、背景成分が含まれる割合を示す混合比 $\alpha$ を処理領域内の各画素について算出しちゃくST13に進む。この混合比 $\alpha$ の算出では、カバードバックグラウンド領域やアンカバードバックグラウンド領域の画素に対して、フレーム#n-1, #n, #n+1の画素値を用いて推定混合比 $\alpha_c$ を求める。また、背景領域は混合比 $\alpha$ を「1」、前景領域は混合比 $\alpha$ を「0」とする。

#### 【0123】

ステップST13でCPU61は、前景背景分離処理を行い、ステップST11で生成した領域情報とステップST12で算出した混合比 $\alpha$ に基づき、前景成分のみから成る前景成分画像データと、背景成分のみから成る背景成分画像データとに処理領域内の画像データを分離する。すなわち、フレーム#nにおけるカバードバックグラウンド領域については上述の式(12)、アンカバードバックグラウンド領域については上述の式(15)の演算を行い前景成分を求めて、前景成分画像データと背景成分のみから成る背景成分画像データに分離する。

## 【0124】

ステップST14でCPU61は、動きボケ調整処理を行い、ステップST5で得られた補正後の動きベクトルとステップST11で生成した領域情報を基に、前景成分画像データに含まれる1以上の画素を示す調整処理単位を決定して、ステップST13で分離した前景成分画像データに含まれる動きボケを低減させる。すなわち、動きベクトルMVCと処理領域情報HZと領域情報ARに基づき調整処理単位を設定して、この動きベクトルMVCおよび設定された調整処理単位を基に、モデル化を実行して正規方程式を作成する。この作成した正規方程式に画像データを設定して、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)などの解法に基づく処理を行い、動きボケ軽減オブジェクト画像の画像データ、すなわち動きボケが軽減された前景成分画像データを生成する。

## 【0125】

ステップST7でCPU61は、処理結果の出力処理を行い、ステップST13で分離した背景成分画像データに基づく画像上のステップST5で得られた動きベクトルに対応する時空間位置に、ステップST14で生成した動きボケの軽減されている前景成分画像データを合成して、処理結果である動きボケ軽減画像の画像データDVoutを生成して出力する。

## 【0126】

ステップST8でCPU61は、動きボケの軽減処理を終了するか否かを判別する。ここで、次のフレームの画像について動きボケの軽減処理を行うときには、ステップST2に戻り、動きボケの軽減処理を行わないときは処理を終了する。このように、ソフトウェアによっても、動きボケの軽減処理を行うことができる。

## 【0127】

また、上述の実施の形態では、動きボケを軽減させるオブジェクトの動きベクトルを求めるとともに、動きボケを軽減させるオブジェクトが含まれる処理領域を、静止領域と動き領域と混合領域等に区分して、動き領域と混合領域の画像データを用いて動きボケを軽減させる処理を行うものであるが、画素毎に動きベクトルを求めて動きボケ軽減画像生成処理を行うものとすれば、前景・背景・混合領域を特定せず動きボケの軽減を行うことができる。

## 【0128】

この場合、動きベクトル検出部30では、注目画素の動きベクトルを求めて動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40に供給する。また、注目画素の画素位置を示す処理領域情報HDを出力部に供給する。

## 【0129】

図20は、前景・背景・混合領域を特定せず動きボケを軽減できる動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40aの構成を示している。動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40aの処理領域設定部48は、動きボケの軽減を行う画像上の注目画素に対して、この注目画素に対する動きベクトルの動き方向に合わせて処理領域を設定して演算部49に通知する。また、注目画素の位置を出力部50aに供給する。図21は処理領域を示しており、注目画素を中心として動き方向に(2N+1)画素分の処理領域を設定する。図22は処理領域の設定例を示しており、動きボケを軽減させる動きオブジェクトOBfの画素に対して動きベクトルの方向が例えば矢印Bで示すように水平方向である場合は、図22Aに示すように水平方向に処理領域WAを設定する。また、動きベクトルの方向が斜め方向である場合は、図22Bに示したように、該当する角度方向に処理領域WAを設定する。ただし、斜め方向に処理領域を設定する際には、処理領域の画素位置に相当する画素値を、補間等によって求める。

## 【0130】

ここで、処理領域内では、図23に示すように、実世界変数(Y-8, . . . , Y0, . . . , Y8)が時間混合されている。なお、図23は、動き量vが「v=5」であって処理領域を13画素(N=6:Nは注目画素に対する処理幅の画素数)とした場合である。

## 【0131】

演算部49は、この処理領域に対して実世界推定を行い、推定した実世界の中心画素変数 $Y_0$ に対応する画素値 $D_{Q0}$ を、注目画素の画素データとして出力部50aに供給する。この画素値 $D_{Q0}$ の出力も処理領域の中心を基準として出力する。

## 【0132】

処理領域を構成する画素位置を画素位置 $Q-N, Q-N+1, \dots, Q_0, \dots, QN-1, QN$ とすると、式(50)に示すような $(2N+1)$ 個の混合式が成立する。なお、画素値 $D_{Qt}$ は、画素位置 $Qt$ の画素値を示している。また、定数 $u$ は、動き量 $v$ を $1/2$ 倍したときの整数部分の値(少数点以下を切り捨てた値)を示している。

## 【0133】

## 【数11】

$$\sum_{i=-t-u}^{t+u} Y_i = D_{Qt} \quad \dots \quad (50)$$

## 【0134】

$$(t = -N, \dots, 0, \dots, N)$$

## 【0135】

しかし、求めたい実世界変数 $(Y_{-N-u}, \dots, Y_0, \dots, Y_{N+u})$ は、 $(2N+v)$ 個ある。すなわち、変数の数よりも式の数が少ないので、式(50)に基づき実世界変数 $(Y_{-N-u}, \dots, Y_0, \dots, Y_{N+u})$ を求めることができない。

## 【0136】

そこで、空間相関を用いた拘束式である式(51)を用いることで、実世界変数よりも式の数を増やし、最小自乗法を用いて、実世界変数の値を求める。

$$Y_t - Y_{t+1} = 0 \quad (t = -N-u, \dots, 0, \dots, N+u-1) \quad \dots \quad (51)$$

## 【0137】

すなわち、式(50)で表される $(2N+1)$ 個の混合式と式(51)で表される $(2N+u-1)$ 個の拘束式を合わせた $(4N+v)$ 個の式を用いて、 $(2N+v)$ 個の未知変数である実世界変数 $(Y_{-N-u}, \dots, Y_0, \dots, Y_{N+u})$ を求める。

## 【0138】

ここで、各式において発生する誤差の二乗和が最小となるような推定を行うことで、動きボケ軽減画像生成処理を行いながら、実世界での画素値の変動を小さくできる。

## 【0139】

式(52)は、図23に示すように処理領域を設定した場合を示しており、式(50)と式(51)にそれぞれの式で発生する誤差を加えたものである。

## 【0140】

【数12】

• • • (52)

【0 1 4 1】

この式(52)を、 $A Y = D Q + e$  とすると、式(53)に示す誤差の二乗和 $E$ を最小とするような $Y$ (= $Y_i$ )は式(54)から求めることができる。なお、式(54)において、 $T$ は転置行列であることを示している。

【0 1 4 2】

【数 1 3】

$$E = |e|^2 = \sum e_m i^2 + \sum e_b i^2 \quad \dots \quad (53)$$

$$Y = (A^T A)^{-1} \quad \dots \quad (5.4)$$

[0 1 4 3]

ここで、誤差の二乗和は式 (55) で示すものとなり、この誤差の二乗和を偏微分して、式 (56) に示すように偏微分値が 0 となるようにすれば、誤差の二乗和が最小となる式 (54) を求めることができる。

[0 1 4 4]

## 【数14】

$$\begin{aligned}
 E &= (A \cdot Y - DQ)^T (A \cdot Y - DQ) \\
 &= Y^T \cdot A^T \cdot A \cdot Y - 2 \cdot Y^T \cdot A^T \cdot DQ + DQ^T \cdot DQ
 \end{aligned}$$

. . . (55)

$$\frac{\partial E}{\partial Y} = 2(A^T \cdot A \cdot Y - A^T \cdot DQ) = 0 \quad . . . (56)$$

## 【0145】

この式(54)を解くことにより、実世界変数( $Y-N-u, \dots, Y0, \dots, YN+u$ )をそれぞれ求めることができ、中心画素変数 $Y0$ の画素値を注目画素の画素値として出力する。このような処理を処理領域内の全画素に対して行うことで、動きボケが軽減されている実世界変数を処理領域について求めることができる。

## 【0146】

出力部50aでは、動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40で求めた中心画素変数 $Y0$ の画素値を注目画素の画素値とする。また、背景領域や混合領域であるため中心画素変数 $Y0$ を求めることができないときには、画像データDVaから動きボケ軽減画像生成処理前の注目画素の画素値を用いて、画像データDVoutを生成する。

## 【0147】

このように、動きオブジェクトの画素毎の動きが異なる場合でも、注目画素に対応する動きベクトルで、実世界を推定することが可能となり、精度の高い動きボケ軽減画像生成処理を行うことができる。例えば、動きオブジェクトが剛体と仮定できないような場合であっても、動きオブジェクトの画像の動きボケを軽減させることができる。

## 【0148】

ところで、上述の実施の形態では、動きオブジェクトOBfの動きボケを軽減させて画像表示を行うものであり、図24に示すように動きオブジェクトOBfが図24A、図24B、図24Cの順に移動しても、この動きオブジェクトOBfを追従しながら、動きオブジェクトOBfの動きボケを軽減させて良好な画像を表示するものである。しかし、動きオブジェクトOBfを基準として、動きボケの軽減された動きオブジェクトOBfの画像が画面上の所定位置となるように画像の表示位置を制御することで、動きオブジェクトOBfを追従しているような画像表示を行うこともできる。

## 【0149】

この場合、動きベクトル検出部30では、領域選択情報HAで示す領域内に設けた追尾点を動きベクトルMVOに応じて移動させて、この移動後の追尾点を示す座標情報HGを出力部50に供給する。出力部50は、座標情報HGで示された追尾点が画面上の所定位置となるように画像データDVoutを生成する。このようにして、動きオブジェクトOBfを追従しているように画像表示を行うことができる。

## 【0150】

さらに、動きオブジェクトOBfを基準として、すなわち領域選択情報HAで示す領域内に設けた追尾点を基準として、動きボケが軽減されている画像データDVoutを用いて拡大画像を生成して、追尾点が画面上の所定位置となるように表示すれば、図25A～図25Cに示すように動きオブジェクトOBfが移動しても、図25D～図25Fに示すように動きオブジェクトOBfを追従しながら動きオブジェクトOBfの拡大画像を表示できる。この場合、動きオブジェクトOBfの拡大画像が表示されるので、追尾点が画面上の所定位置となるように表示画像を移動させても、画面上に表示の無い部分が生じてしまう

ことを防止できる。また、拡大画像の生成では、動きボケが軽減されている画像の画素値の繰り返しを行うことで拡大画像を生成できる。例えば各画素値を2回繰り返すことで、縦方向と横方向のサイズを2倍とした拡大画像を生成できる。また動きボケの軽減された画像を用いて空間解像度創造を行うことにより高精細で動きボケの少ない拡大画像を表示できる。

#### 【0151】

図26は、画像処理装置の他の構成として、空間解像度創造を行い拡大画像の生成を可能とする場合を示している。なお、図26において、図5と対応する部分については同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

#### 【0152】

動きベクトル検出部30で生成された座標情報HGは、空間解像度創造部70に供給される。また、出力部50から出力される動きボケ軽減画像の画像データDVoutは空間解像度創造部70に供給される。

#### 【0153】

図27は、空間解像度創造部の構成を示している。動きボケの軽減がなされた画像データDVoutは、空間解像度創造部70に供給される。

#### 【0154】

空間解像度創造部70は、画像データDVoutの注目画素をクラス分類するクラス分類部71、クラス分類部71でのクラス分類結果に応じた予測係数を出力する予測係数メモリ72、予測係数メモリ72から出力された予測係数と画像データDVoutとを用いて予測演算を行い、補間画素データDHを生成する予測演算部73、動きベクトル検出部30からの処理領域情報HZに基づき、空間解像度創造後の画像を表示画素分読み出して拡大画像の画像データDVzを出力する拡大画像出力部74を有している。

#### 【0155】

画像データDVoutは、クラス分類部71のクラス画素群切り出し部711と予測演算部73の予測画素群切り出し部731と拡大画像出力部74に供給される。クラス画素群切り出し部711は、動きの程度を表わすためのクラス分類（動きクラス）の為に必要な画素を切り出す。このクラス画素群切り出し部711で切り出した画素群は、クラス値決定部712に供給される。クラス値決定部712は、クラス画素群切り出し部711で切り出した画素群の画素データについてフレーム間差分を算出し、例えばこのフレーム間差分の絶対値の平均値を、予め設定した複数の閾値と比較することでクラス分けを行い、クラス値CLを決定する。

#### 【0156】

予測係数メモリ72には、予測係数が記憶されており、クラス分類部71で決定されたクラス値CLに応じた予測係数KEを予測演算部73に供給する。

#### 【0157】

予測演算部73の予測画素群切り出し部731は、予測演算に使用する画素データ（すなわち予測タップ）TPを画像データDVoutから切り出して、演算処理部732に供給する。演算処理部732は、予測係数メモリ72から供給された予測係数KEと予測タップTPとを用いて、それぞれ線形一次演算を行うことにより、注目画素に対応する補間画素データDHを算出して拡大画像出力部74に供給する。

#### 【0158】

拡大画像出力部74は、画像データDVoutと補間画素データDHから、座標情報HGに基づく位置が画面上の所定位置となるように表示サイズ分の画素データを読み出すことで、拡大画像の画像データDVzを生成して出力する。

#### 【0159】

このように拡大画像の生成を行い、生成した補間画素データDHと画像データDVoutを用いて、動きボケの軽減された高画質の拡大画像を表示できる。例えば、補間画素データDHを生成して水平方向や垂直方向の画素数を2倍とすれば、動きオブジェクトOBFを縦横2倍として、動きボケを軽減された画像を高画質に表示できる。

## 【0160】

なお、予測係数メモリ72に記憶されている予測係数は、図28に示す学習装置を用いて作成できる。なお図28において、図27と対応する部分については同一符号を付している。

## 【0161】

学習装置75は、クラス分類部71と予測係数メモリ72と係数算出部76を有している。クラス分類部71と係数算出部76には、教師画像の画素数を削減することにより生成された生徒画像の画像データGSが供給される。

## 【0162】

クラス分類部71は、生徒画像の画像データGSから、クラス画素群切り出し部711によって、クラス分類を行うために必要な画素を切り出し、この切り出した画素群の画素データを用いてクラス分けを行い、クラス値を決定する。

## 【0163】

係数算出部76の生徒画素群切り出し部761は、予測係数の算出に使用する画素データを生徒画像の画像データGSから切り出して、予測係数学習部762に供給する。

## 【0164】

予測係数学習部762は、クラス分類部71から供給されたクラス値で示されたクラス毎に、教師画像の画像データGTと生徒画素群切り出し部761からの画像データと予測係数を用いて正規方程式を生成する。さらに、正規方程式を掃き出し法などの一般的な行列解法を用いて予測係数についてそれぞれ解き、得られた係数を予測係数メモリ72に格納する。

## 【0165】

図29は、空間解像度創造処理を合わせて行う場合の動作を示すフローチャートである。

## 【0166】

ステップST21でCPU61は、画像データDVAを取得してステップST22に進む。

## 【0167】

ステップST22でCPU61は、処理領域を設定してステップST23に進む。

## 【0168】

ステップST23でCPU61は、変数iを「i=0」に設定してステップST24に進む。

## 【0169】

ステップST24でCPU61は、変数iが「i≠0」であるか否かを判別する。ここで「i≠0」でないときはステップST25に進み、「i≠0」であるときはステップST29に進む。

## 【0170】

ステップST25でCPU61は、ステップST22で設定した処理領域について動きベクトルを検出してステップST26に進む。

## 【0171】

ステップST26でCPU61は、露光期間パラメータを取得してステップST27に進み、ステップST25で検出した動きベクトルを露光期間パラメータに応じて補正してステップST28に進む。

## 【0172】

ステップST28でCPU61は、補正後の動きベクトルと画像データDVAを用いて図19に示す動きボケ軽減オブジェクト画像生成処理を行い、動きボケが軽減された動きオブジェクトの画像を生成してステップST33に進む。

## 【0173】

ステップST33でCPU61は、処理結果の生成を行い、背景成分画像データに基づく画像上の動きベクトルに対応する時空間位置に、動きボケを軽減させた前景成分画像デ

ータを合成して、処理結果である画像データ DVout を生成する。

【0174】

ステップ ST34 で CPU61 は、ステップ ST33 で生成した画像データ DVout を用いて空間解像度創造処理を行い、座標情報 HG で示された位置が画面上の一定位置となるように表示画面サイズの拡大画像の画像データ DVz を生成する。

【0175】

ステップ ST35 で CPU61 は、動きオブジェクトの動きに合わせて処理領域を移動させて追尾後処理領域の設定を行いステップ ST36 に進む。この追尾後処理領域の設定では、例えば動きオブジェクト OBf の動きベクトル MVO を検出して行う。あるいは、ステップ ST25 やステップ ST29 で検出されている動きベクトルを用いて行う。

【0176】

ステップ ST36 で CPU61 は、変数 i を「 $i = i + 1$ 」に設定してステップ ST37 に進む。

【0177】

ステップ ST37 で CPU61 は、動作の終了であるか否かを判別する。ここで、動作の終了でないときはステップ ST24 に戻る。

【0178】

ステップ ST37 からステップ ST24 に戻り、ステップ ST24 の処理が CPU61 で行われるとき、変数 i が「 $i \neq 0$ 」であることからステップ ST29 に進み、ステップ ST29 では、追尾後処理領域について動きベクトルを検出してステップ ST30 に進む。

【0179】

CPU61 は、ステップ ST26～28 と同様な処理をステップ ST30～32 で行いステップ ST33 に進む。ステップ ST33 からの処理を行う。その後、画像データ DVa の終了あるいは動作の終了操作が行われたときは、ステップ ST37 で動作の終了と判別して処理を終了する。

【0180】

なお、図 29 の処理において、ステップ ST33 で生成された処理結果に基づいて画像表示を行うものとすれば、図 24 に示す表示画像を得ることができる。

【0181】

このようにして、動きオブジェクト OBf を追従しながら動きオブジェクト OBf の拡大画像を表示できる。

【産業上の利用可能性】

【0182】

以上のように、本発明にかかる画像処理装置と画像処理方法およびプログラムは、画像の動きボケの軽減に有用であり、ビデオカメラで撮像した画像の動きボケの軽減に適している。

【図面の簡単な説明】

【0183】

【図1】本発明を適用するシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】画像センサによる撮像を示す図である。

【図3】撮像画像を説明するための図である。

【図4】画素値の時間方向分割動作を説明するための図である。

【図5】画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図6】動きベクトル検出部の構成を示すブロック図である。

【図7】動きボケ軽減オブジェクト画像生成部の構成を示すブロック図である。

【図8】領域特定部の構成を示すブロック図である。

【図9】画像メモリから読み出した画像データを示す図である。

【図10】領域判定処理を示す図である。

【図11】混合比算出部の構成を示すブロック図である。

【図12】理想的な混合比を示す図である。

【図13】前景背景分離部の構成を示すブロック図である。

【図14】動きボケ調整部の構成を示すブロック図である。

【図15】調整処理単位を示す図である。

【図16】動きボケが軽減された画素値の位置を示す図である。

【図17】画像処理装置の他の構成を示す図である。

【図18】画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図19】動きボケ軽減オブジェクト画像生成処理を示すフローチャートである。

【図20】動きボケ軽減画像生成部の他の構成を示すブロック図である。

【図21】処理領域を示す図である。

【図22】処理領域の設定例を示す図である。

【図23】処理領域における実世界変数の時間混合を説明するための図である。

【図24】オブジェクトが移動する場合を示した図である。

【図25】オブジェクトの追従を行った拡大表示画像を示す図である。

【図26】画像処理装置の他の構成を示すブロック図である。

【図27】空間解像度創造部の構成を示すブロック図である。

【図28】学習装置の構成を示すブロック図である。

【図29】空間解像度創造処理を合わせて行う場合の動作を示すフローチャートである。

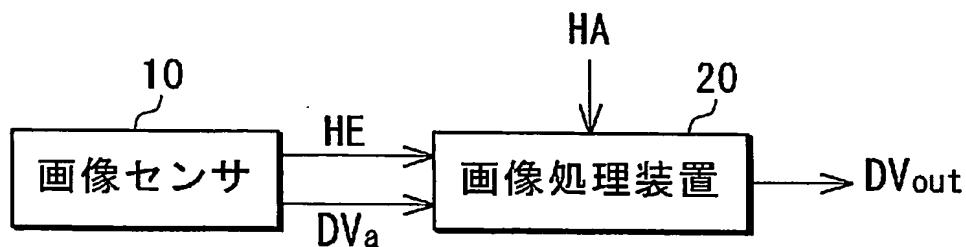
## 【符号の説明】

## 【0184】

10 . . . 画像センサ、 20 . . . 画像処理装置、 30 . . . 動きベクトル検出部、 31 . . . 処理領域設定部、 33 . . . 検出部、 34 . . . 動きベクトル補正部、 40, 40a . . . 動きボケ軽減オブジェクト画像生成部、 41 . . . 領域特定部、 42 . . . 混合比算出部、 43 . . . 前景背景分離部、 44 . . . 動きボケ調整部、 48 . . . 処理領域設定部、 49 . . . 演算部、 50, 50a . . . 出力部、 55 . . . メモリ、 61 . . . C P U (Central Processing Unit)、 62 . . . R O M (Read Only Memory)、 63 . . . 記憶部、 64 . . . R A M (Random Access Memory)、 65 . . . バス、 66 . . . 入力インターフェース部、 67 . . . 出力インターフェース部、 68 . . . 通信部、 69 . . . ドライブ、 70 . . . 空間解像度創造部、 70 . . . 空間解像度創造部、 71 . . . クラス分類部、 72 . . . 予測係数メモリ、 73 . . . 予測演算部、 74 . . . 拡大画像出力部、 75 . . . 学習装置、 76 . . . 係数算出部、 80 . . . 動きベクトル割り付け部、 85 . . . 画像データ選択部、 411 . . . 画像メモリ、 412 . . . 静動判定部、 413 . . . 領域判定、 421, 422 . . . 推定混合比処理部、 423 . . . 混合比決定部、 431 . . . 分離部、 432, 433 . . . スイッチ部、 434, 435 . . . 合成部、 441 . . . 処理単位決定部、 442 . . . モデル化部、 443 . . . 方程式生成部、 444 . . . 足し込み部、 445 . . . 演算部、 711 . . . クラス画素群切り出し部、 712 . . . クラス値決定部、 731 . . . 予測画素群切り出し部、 732 . . . 演算処理部、 761 . . . 生徒画素群切り出し部、 762 . . . 予測係数学習部

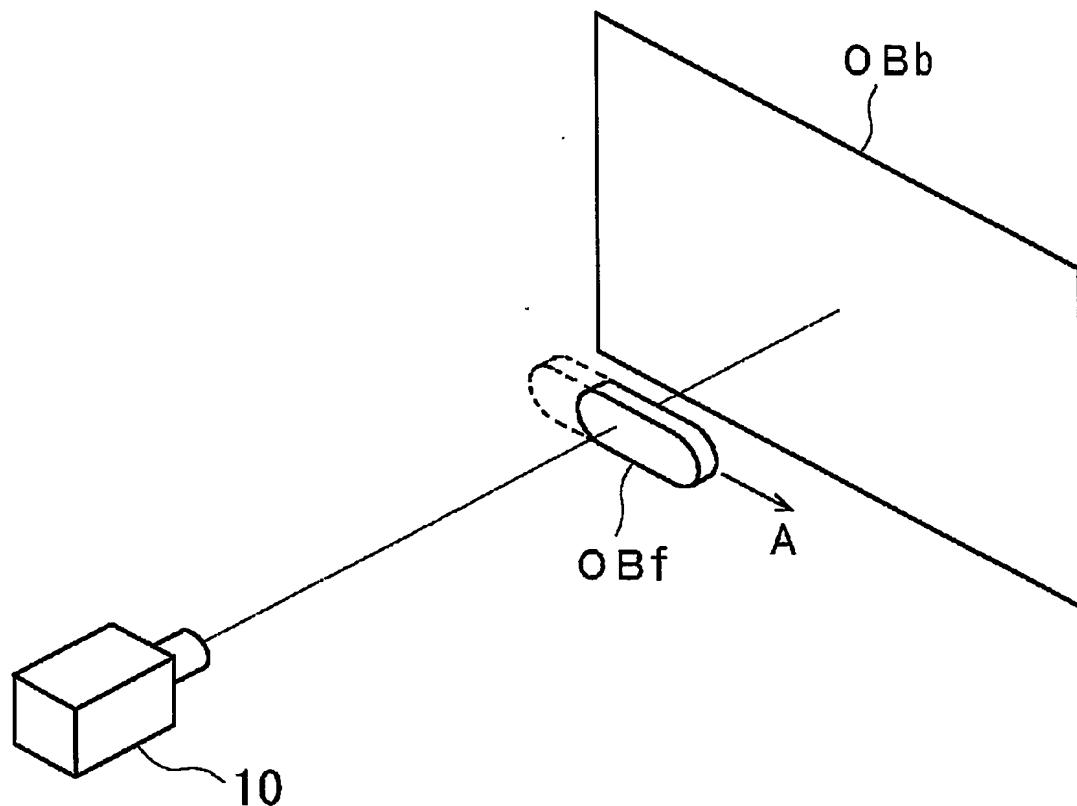
【書類名】図面  
【図1】

## システムの構成



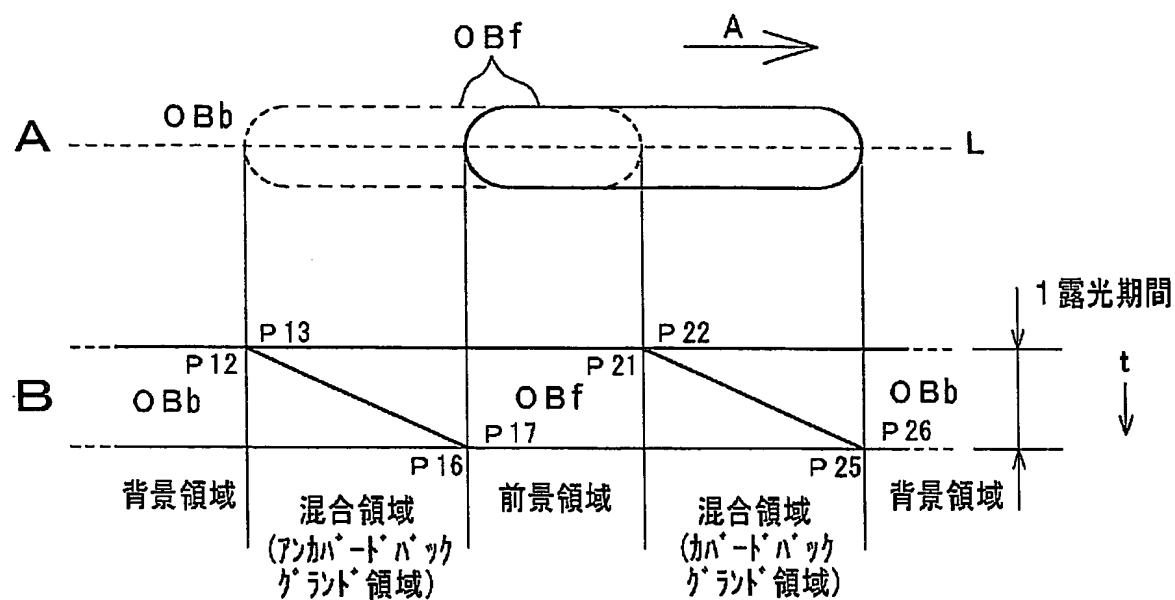
【図2】

## 画像センサによる撮像



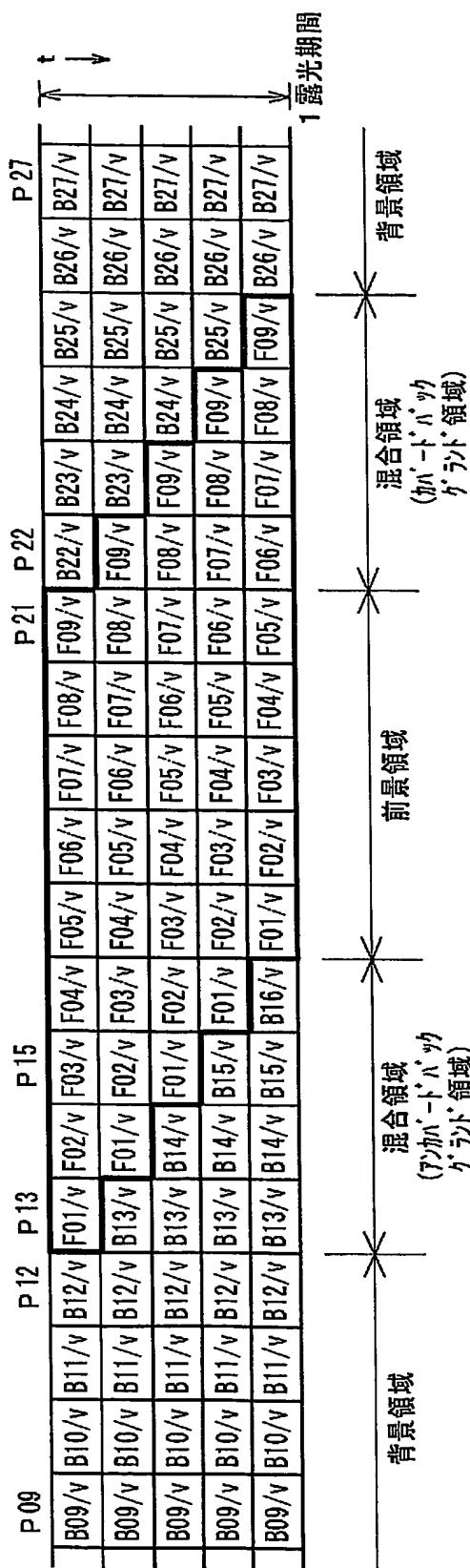
【図 3】

## 撮像画像



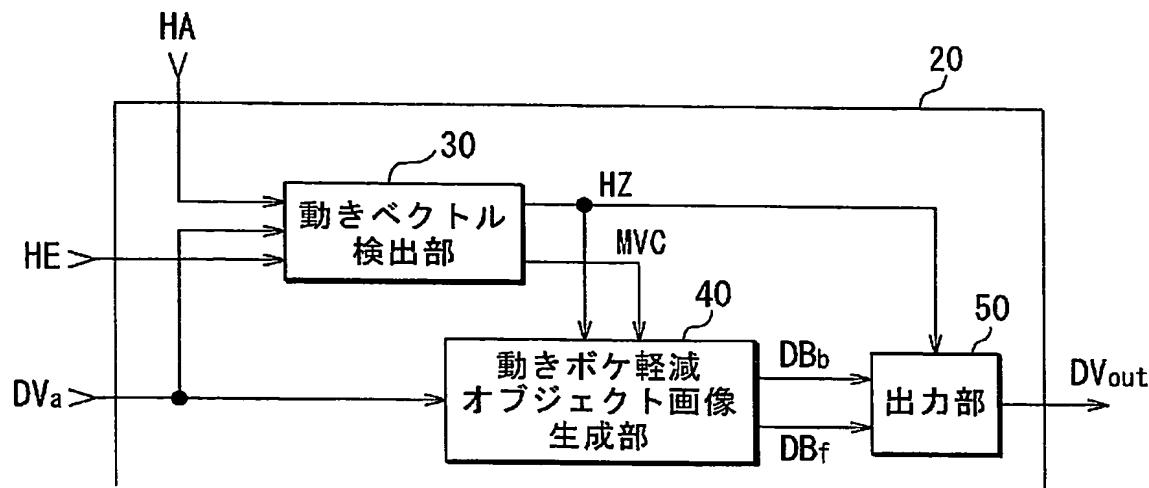
【図4】

## 画素値の時間方向分割動作



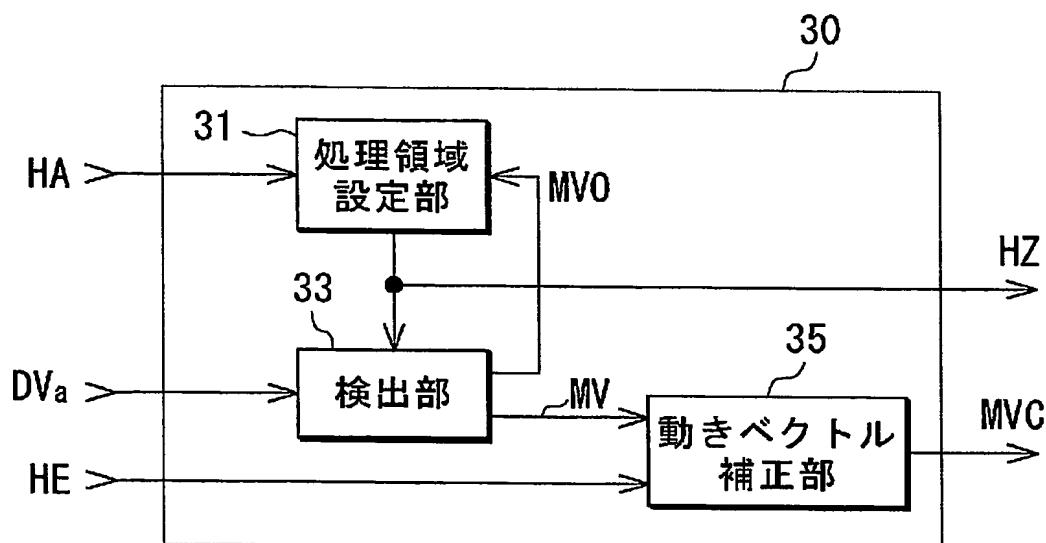
【図5】

## 画像処理装置の構成



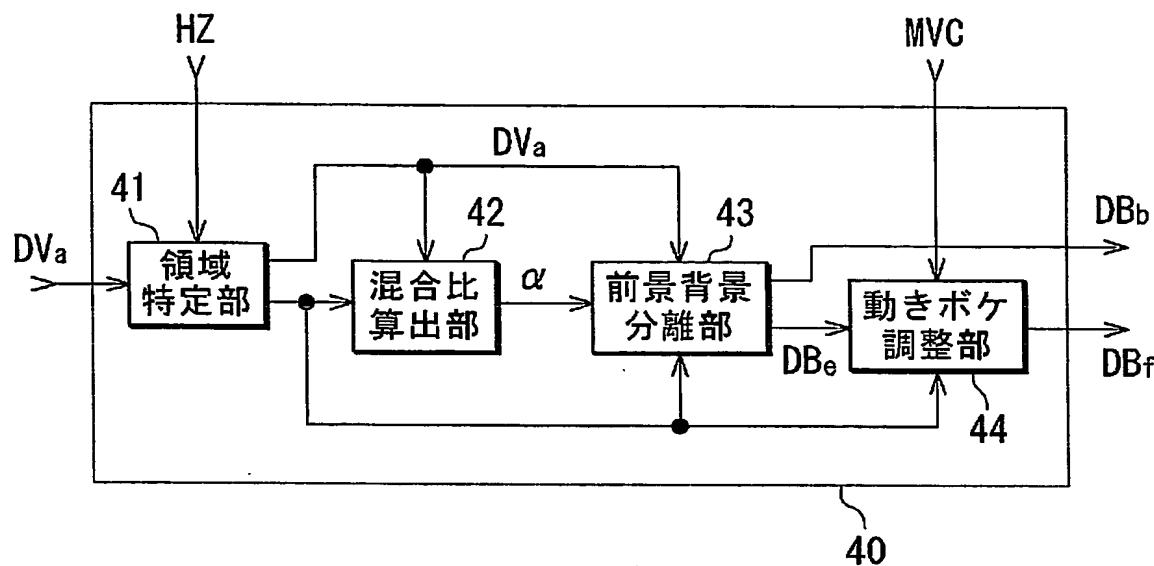
【図6】

## 動きベクトル検出部の構成



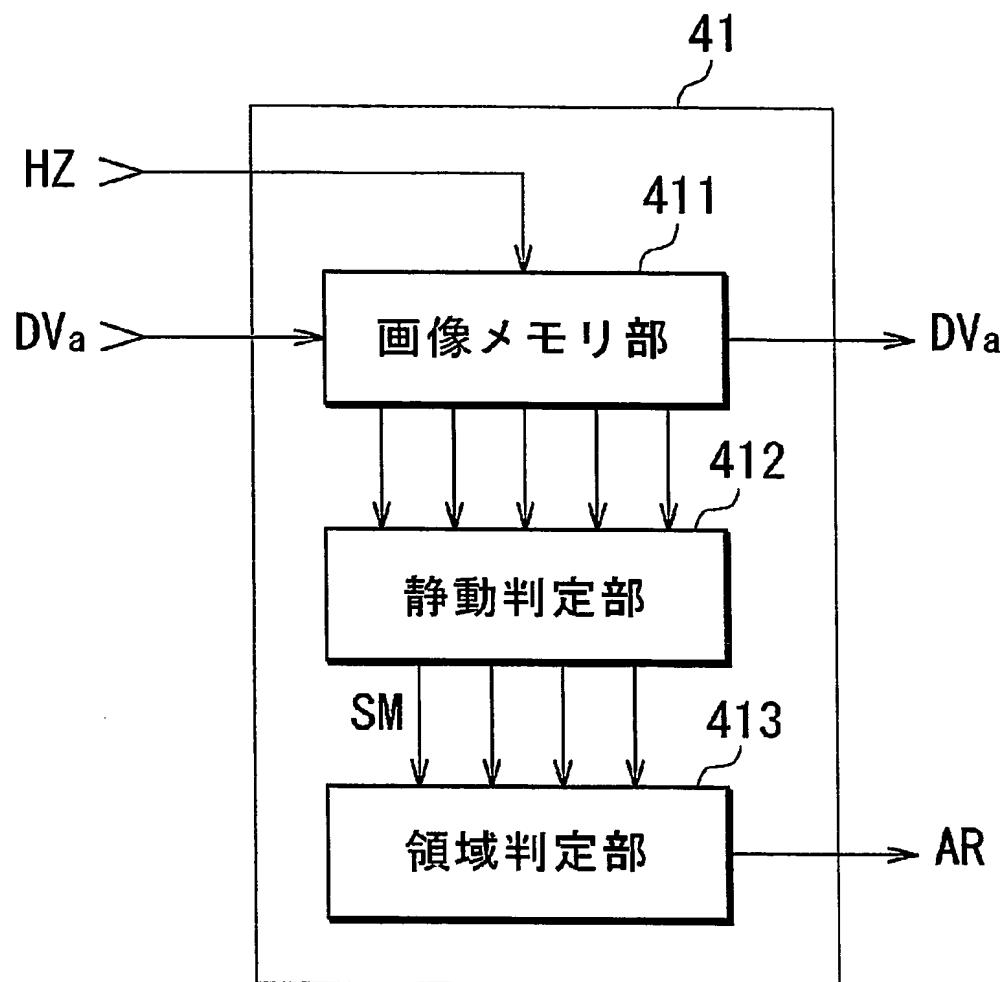
【図7】

## 動きボケ軽減オブジェクト画像生成部の構成



【図8】

## 領域特定部の構成





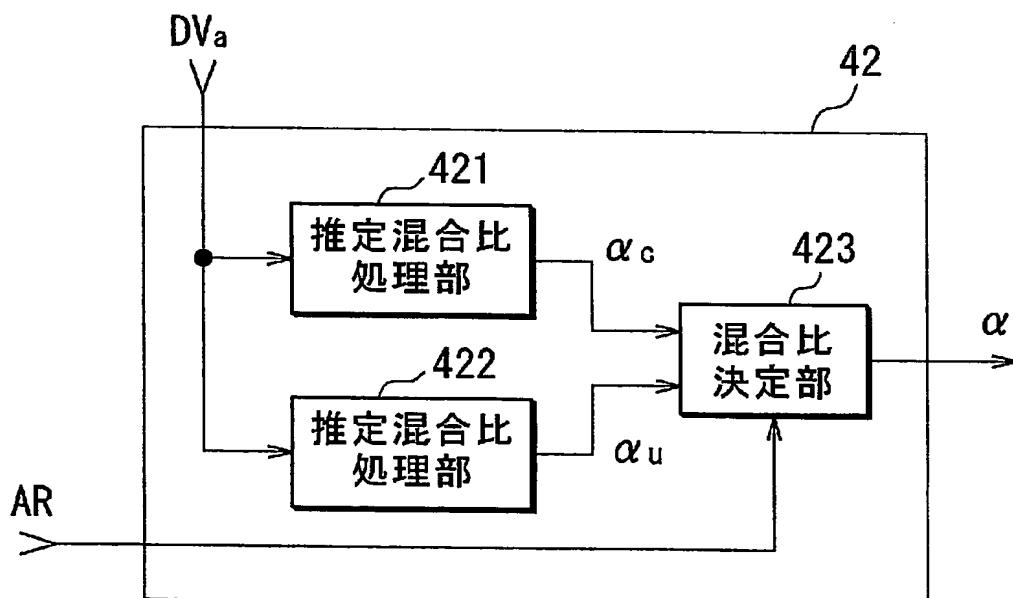
【図10】

## 領域判定処理

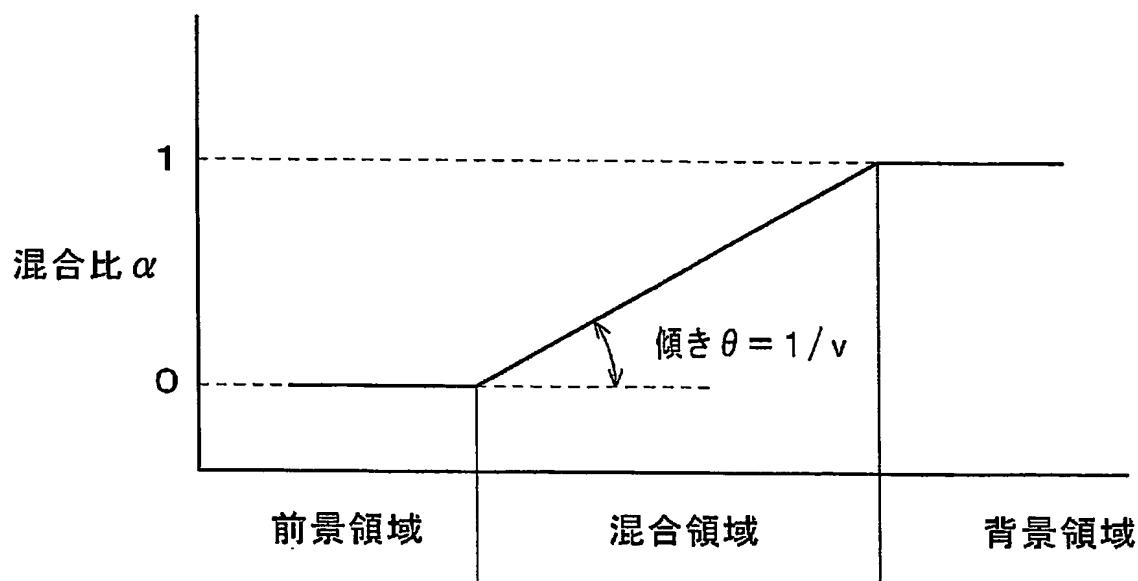
領域決定	フレームn-2と フレームn-1の 静動判定	フレームn-1と フレームnの 静動判定	フレームnと フレームn+1の 静動判定	フレームn+1と フレームn+2の 静動判定	判定 方法
静止領域		静止	静止		OR
かべーとばーくぐーらんド領域	静止	動き			AND
アンかべーとばーくぐーらんド領域			動き	静止	AND
動き領域		動き	動き		AND

【図11】

## 混合比算出部の構成

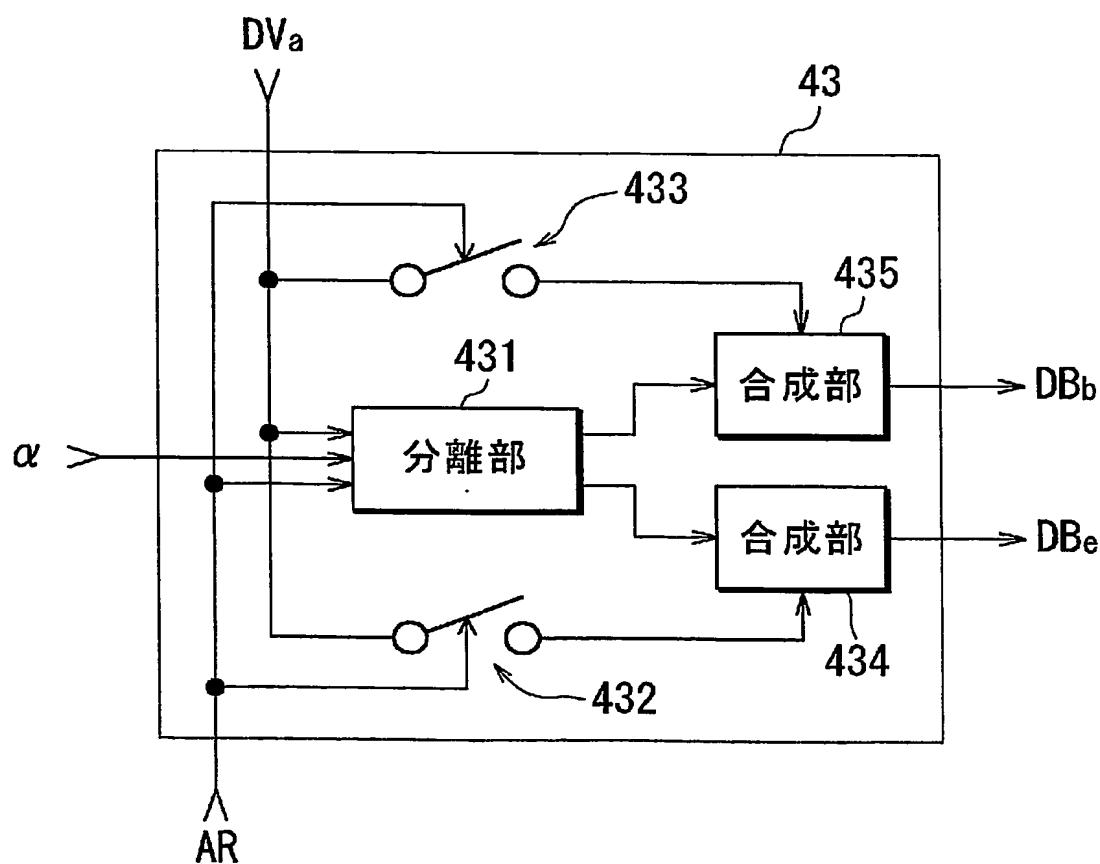


【図12】

理想的な混合比  $\alpha$ 

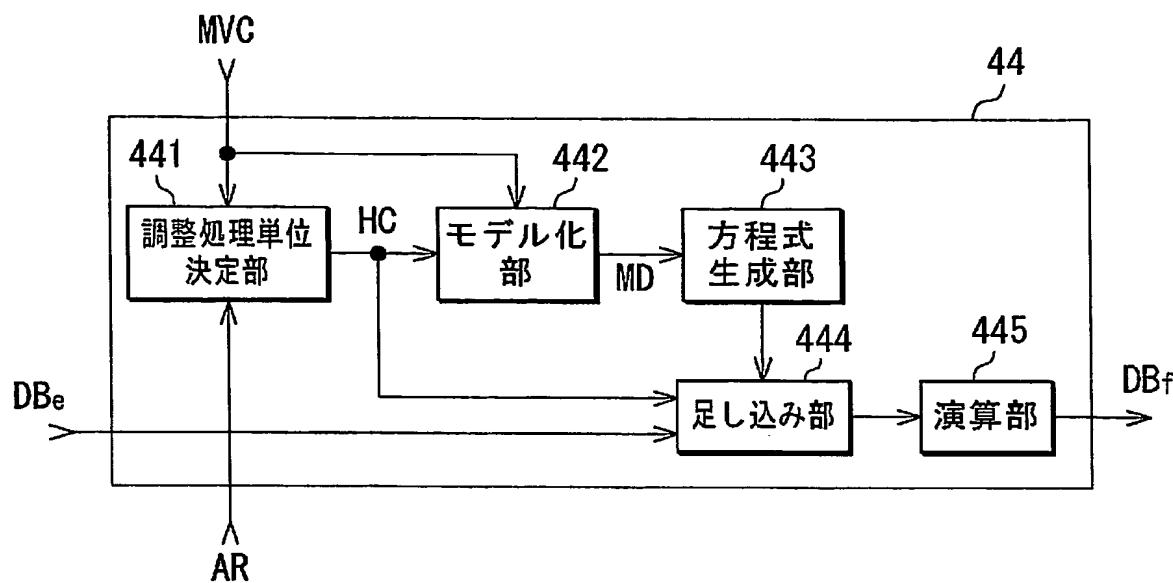
【図13】

## 前景背景分離部の構成



【図14】

## 動きボケ調整部の構成



【図 15】

## 調整処理単位

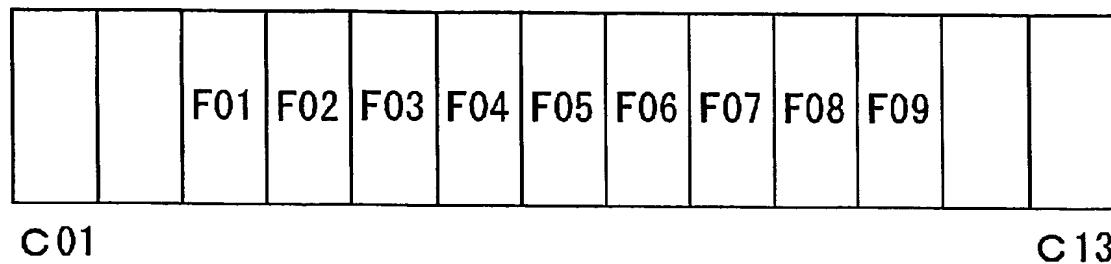
F01/v	F02/v	F03/v	F04/v	F05/v	F06/v	F07/v	F08/v	F09/v
F01/v	F02/v	F03/v	F04/v	F05/v	F06/v	F07/v	F08/v	F09/v
F01/v	F02/v	F03/v	F04/v	F05/v	F06/v	F07/v	F08/v	F09/v

C01

C13

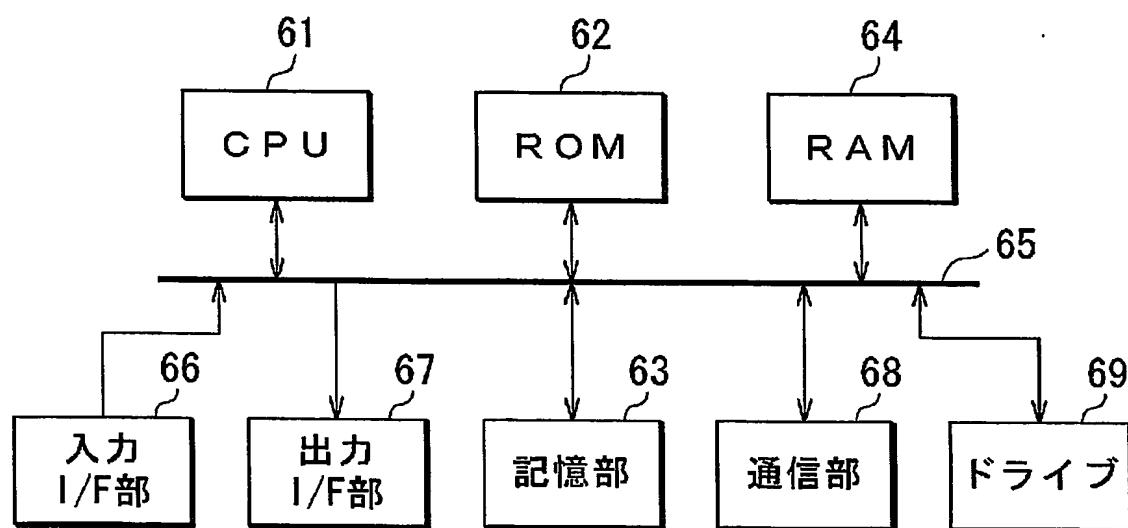
【図16】

## 動きボケが軽減された画素値の位置



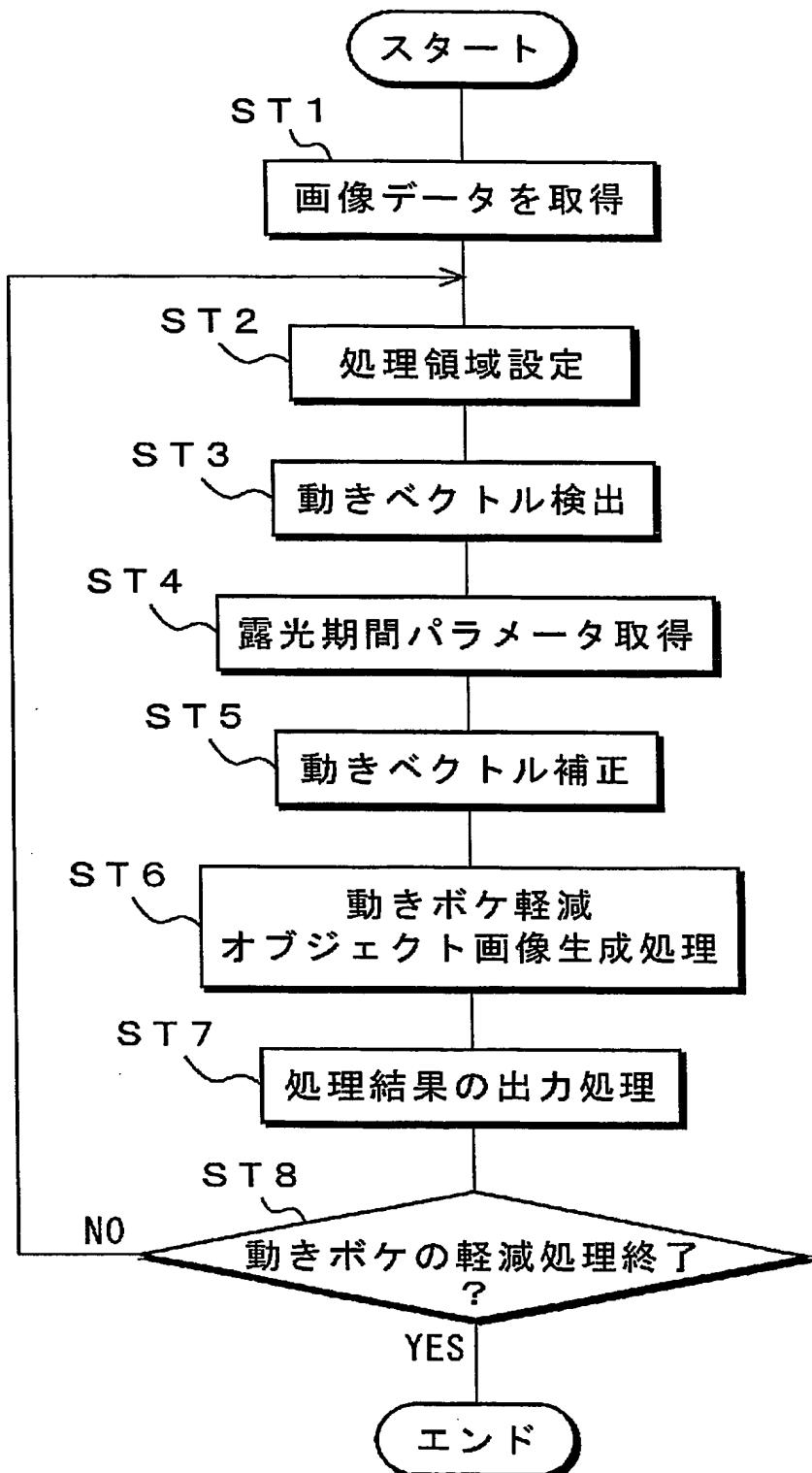
【図17】

## 画像処理装置の他の構成



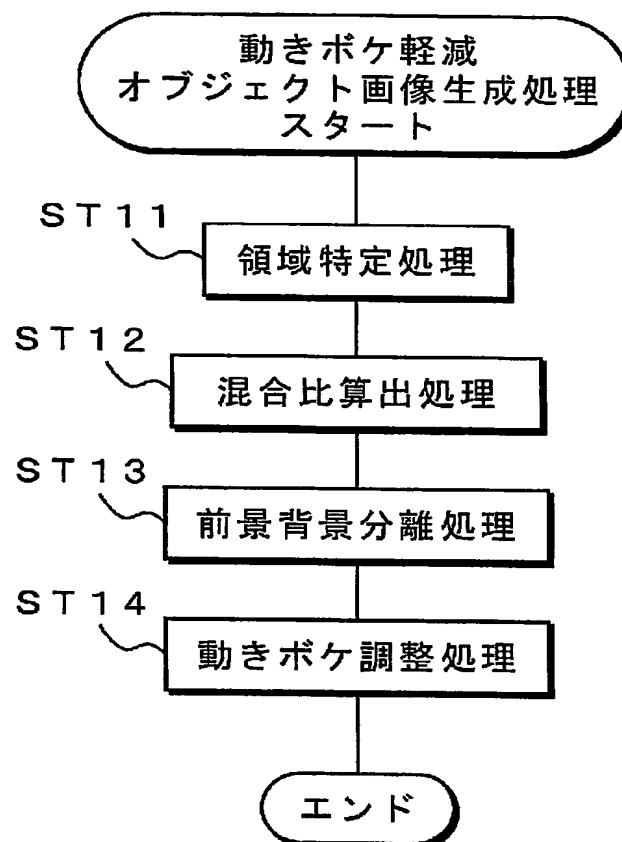
【図18】

## 画像処理装置の動作



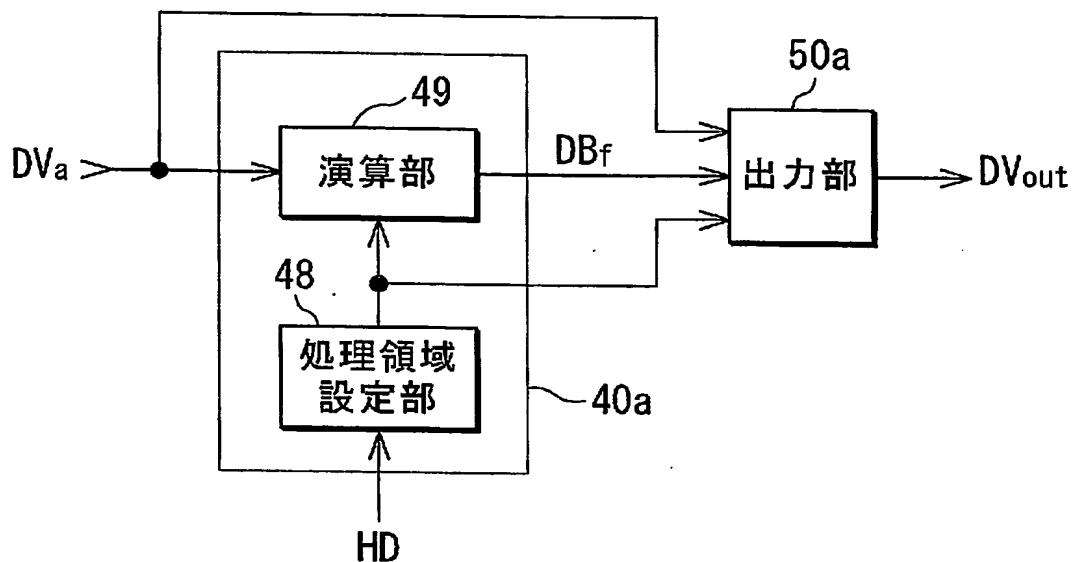
【図19】

## 動きボケ軽減オブジェクト画像生成処理



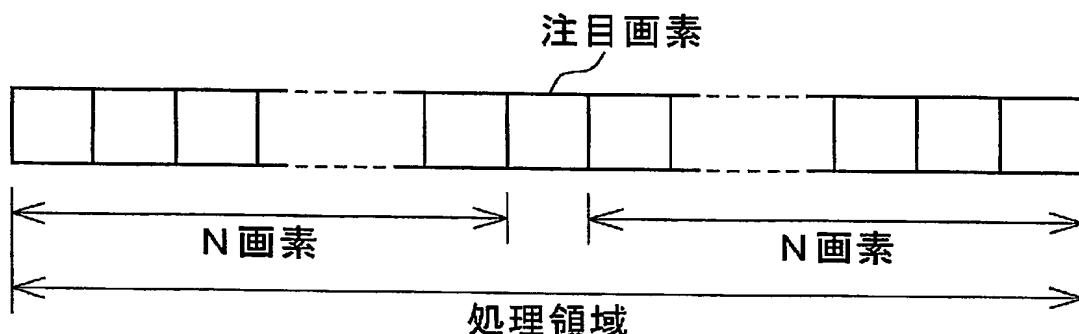
【図 20】

## 動きボケ軽減オブジェクト画像生成部の構成



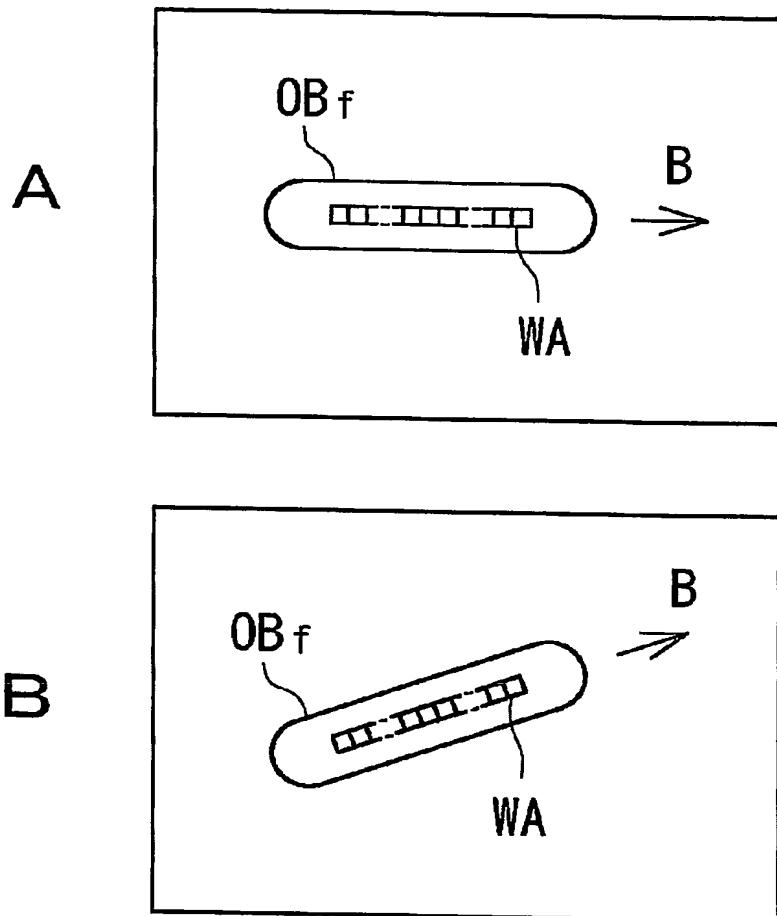
【図 21】

## 処理領域



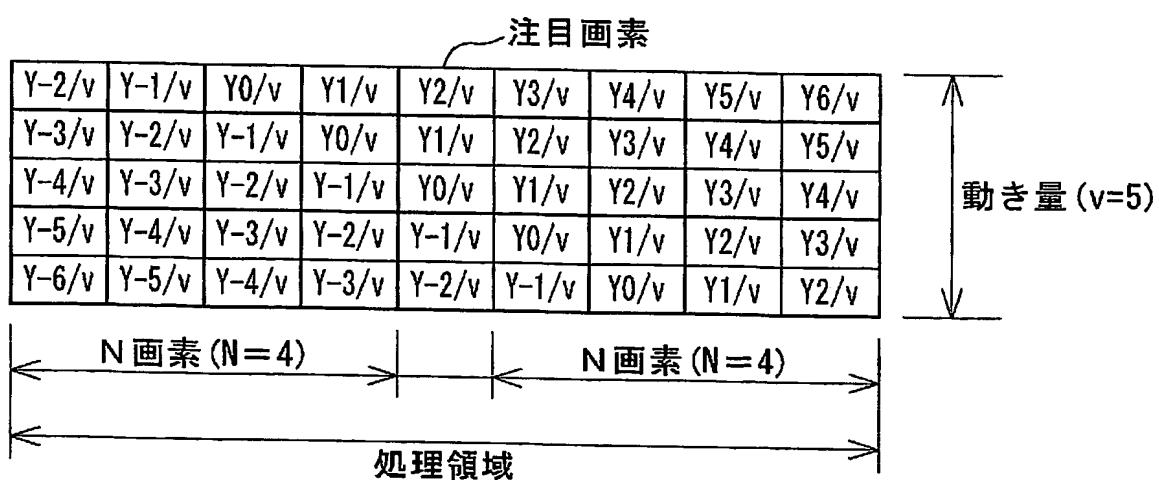
【図22】

## 処理領域の設定例



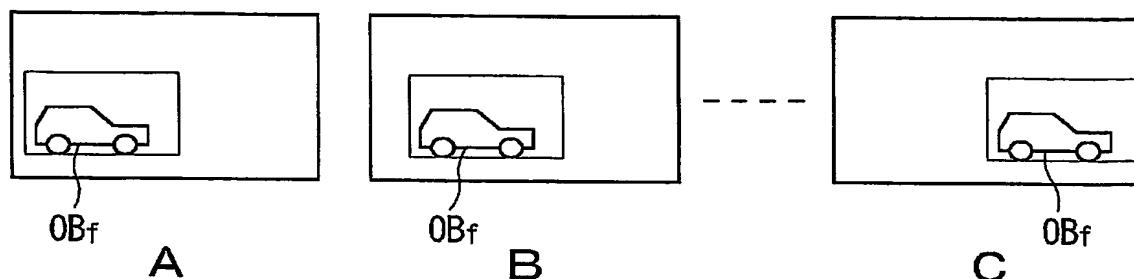
【図23】

## 処理領域における実世界変数の時間混合



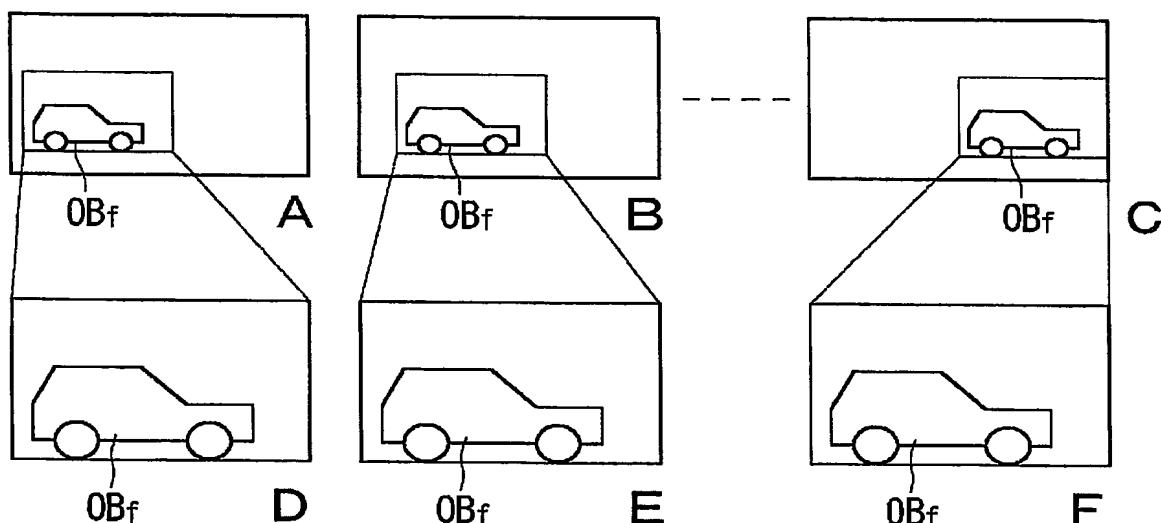
【図24】

## オブジェクトが移動する場合



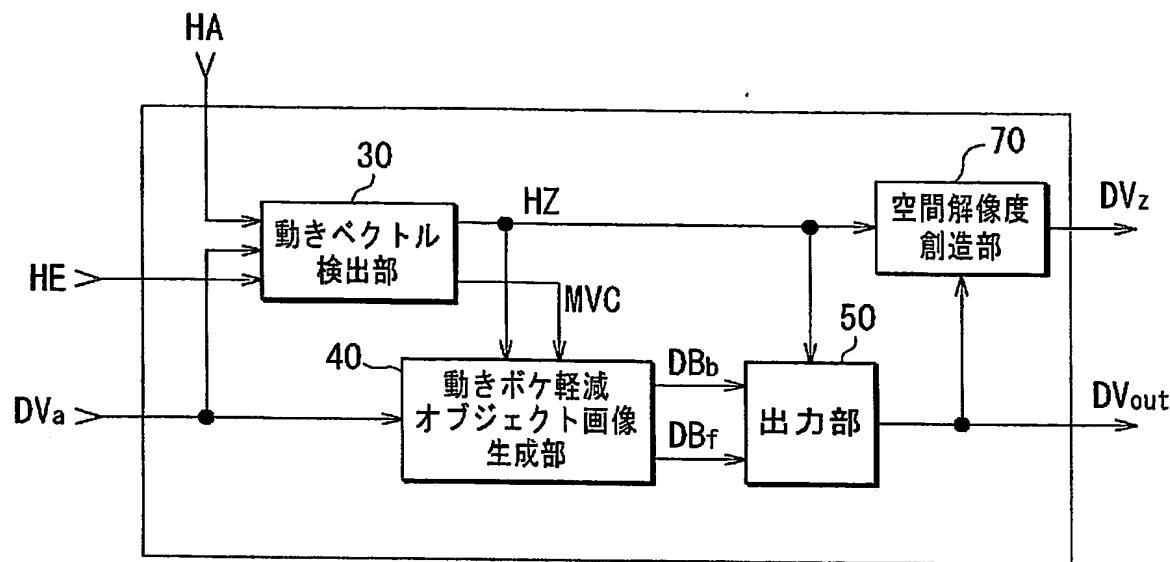
【図25】

## オブジェクトの追従を行った拡大表示画像



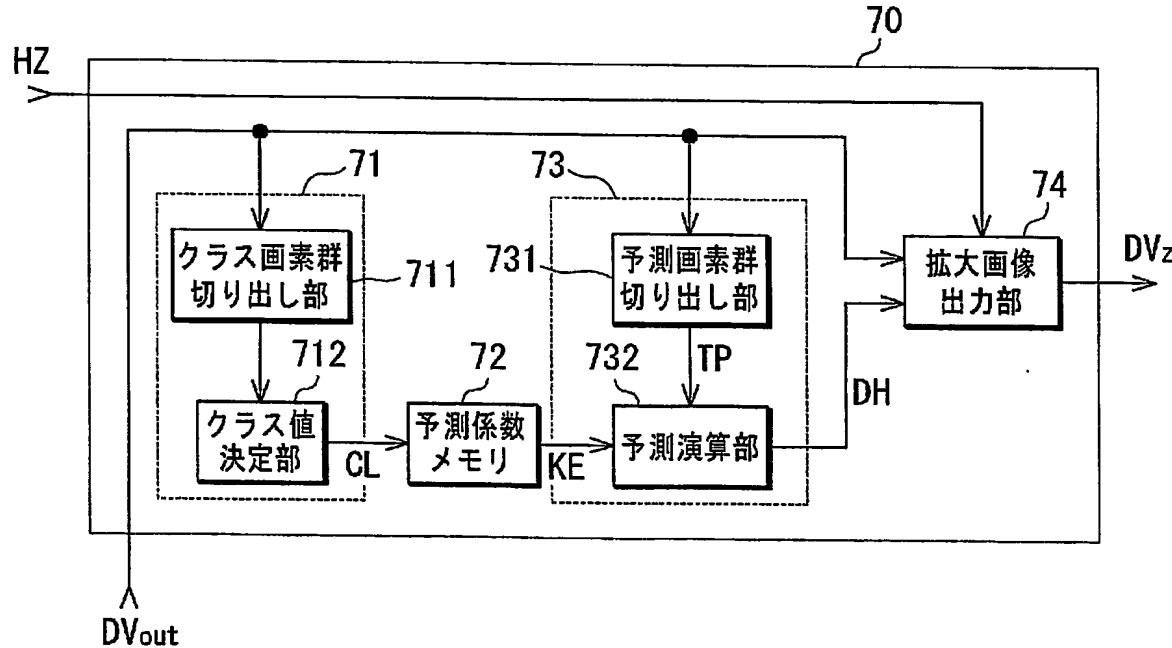
【図26】

## 画像処理装置の他の構成



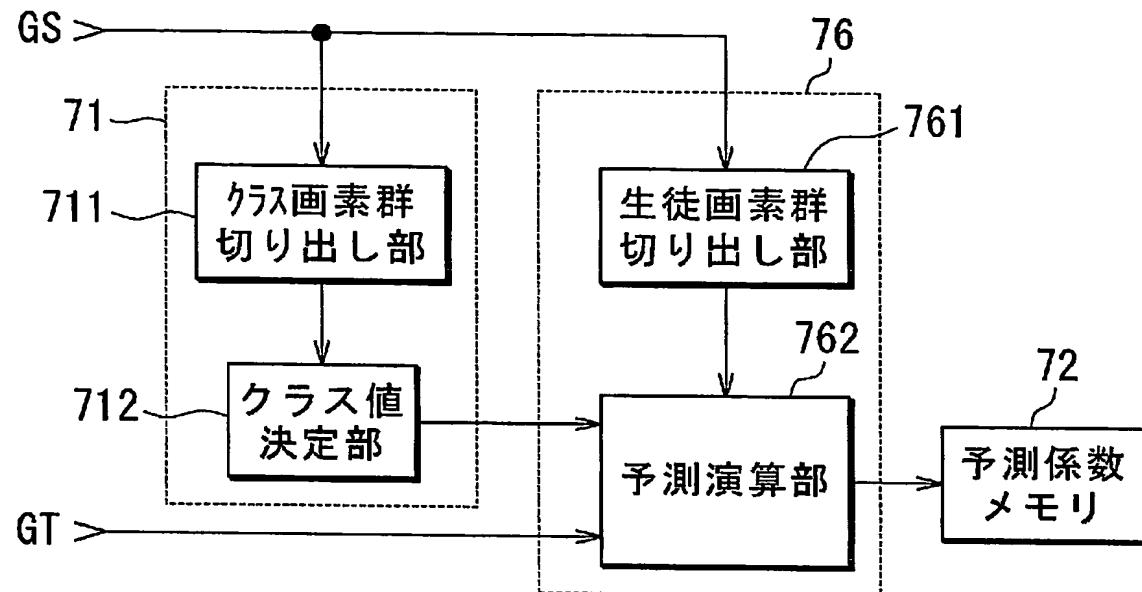
【図27】

## 空間解像度創造部の構成

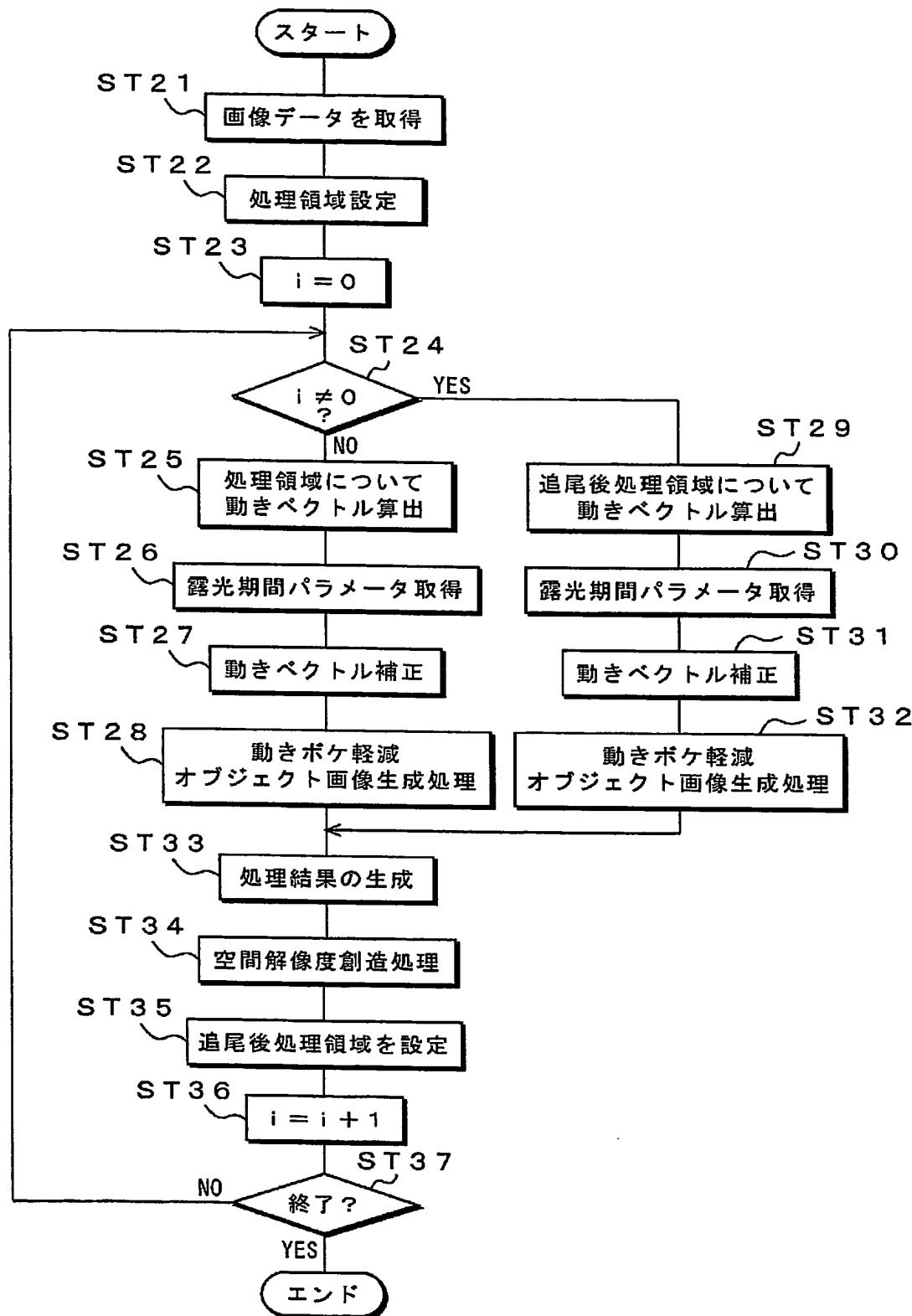


【図28】

## 学習装置の構成



【図29】  
空間解像度創造処理を合わせて行う場合の動作



【書類名】要約書

【要約】

【課題】画像内の動きオブジェクトを追従しながら、この動きオブジェクトの動きボケを軽減する。

【解決手段】動きベクトル検出部30は、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像の画像データDVaを用いて、この画像内の動きオブジェクトについて動きベクトルを検出する。動きボケ軽減オブジェクト画像生成部40は、検出された動きベクトルを用いて、画像内の動きオブジェクトに生じた動きボケを軽減させて動きボケ軽減オブジェクト画像の画像データDBfを生成する。出力部50は、背景成分画像データDBbに基づく画像上の検出された動きベクトルに対応する時空間位置に、動きボケ軽減オブジェクト画像の画像データDBfを合成して動きボケ軽減画像の画像データDVoutを生成する。

【選択図】 図5

特願 2004-037247

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都品川区北品川6丁目7番35号  
氏名 ソニー株式会社